

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

BARVENÍ BAVLNY REAKTIVNÍMI BARVIVY.  
REACTIVE DYEING OF THE COTTON.

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. LENKA BŘEZINOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE  
FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

## BARVENÍ BAVLNY REAKTIVNÍMI BARVIVY.

REACTIVE DYEING OF THE COTTON.

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. LENKA BŘEZINOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Mgr. NADĚŽDA FASUROVÁ, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce

**FCH-DIP0117/2007**

Akademický rok: **2007/2008**

Ústav

Ústav fyzikální a spotřební chemie

Student(ka)

**Březinová Lenka Bc.**

Studijní program

Spotřební chemie (N2806)

Studijní obor

Spotřební chemie (2806T002)

Vedoucí diplomové práce

**Mgr. Naděžda Fasurová, Ph.D.**

Konzultanti diplomové práce

### Název diplomové práce:

Barvení bavlny reaktivními barvivy.

### Zadání diplomové práce:

Optimalizace postupu barvení bavlny barvivy Bezaktiv.

### Termín odevzdání diplomové práce: 16.5.2008

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

---

Bc. Lenka Březinová  
student(ka)

---

Mgr. Naděžda Fasurová, Ph.D.  
Vedoucí práce

---

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2007

---

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.  
Děkan fakulty

## **SOUHRN**

Cílem diplomové práce bylo zjistit, jak se bude měnit odstín vybarvení při změně složení barvicí lázně. K barvení bavlny bylo použito reaktivní barvivo Bezaktiv rot S-B. Barvení bylo provedeno v laboratorních podmínkách, vytahovacím způsobem při dvou koncentracích vybarvení 0,5 a 2 %. Byl sledován vliv změny koncentrace alkálie a elektrolytu přidávaných do barvicí lázně při různých délkách lázní. Jako elektrolyt byl použit chlorid sodný a Glauberova sůl. Vybarvené vzorky byly vyprány a následně ustáleny dvěma typy ustalovacích prostředků REWIN ACP a REWIN EL. Následně bylo provedeno měření barevnosti a hodnocení stálosti ve vodě a v otěru. Výsledky barvení byly zakresleny do prostoru  $L^*a^*b^*$  a byly vyhodnoceny odchylky mezi zvolenými standardy a vzorky na přístroji Datacolor International DC 3890.

## **SUMMARY**

The aim of this diploma thesis was to find out the change of the hue lightness saturation after the change of composition of dyeing liquor. The reactive dye Bezaktiv rot S-B was used for dyeing cotton. Dyeing was performed in the laboratory by exhaustion method with two concentrations of dye 0,5 and 2 %. The influence of the change of alkali and electrolyte concentration additions to dyeing bath liquor at different liquors dye ratio was studied. Sodium chloride and Glauber's salt as elektrolyte were used. The dyed samples were washed and then fixed by two types of fixative agents REWIN ACP and REWIN EL. After that the measurement of hue control and the evaluation of fastness to water and rubbing fastness were done. The results were displayed in  $L^*a^*b^*$  space and CIE differences between chosen standards and samples were performed by Datacolor International DC 3890.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

reaktivní barviva, barvení bavlny reaktivními barvivy

## **KEYWORDS**

reactive dyes, reactive dyeing of the cotton

BŘEZINOVÁ, L. *Barvení bavlny reaktivními barvivy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 85 s. Vedoucí diplomové práce Mgr. Naděžda Fasurová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>8</b>
2.1	Barvení celulóзовých materiálů reaktivními barvivy .....	8
2.1.1	Typy reaktivních barviv .....	10
2.1.1.1	<i>Ostazinová S</i> .....	10
2.1.1.2	<i>Ostazinová H</i> .....	11
2.1.1.3	<i>Ostazinová V</i> .....	12
2.2	Teorie barvení reaktivními barvivy .....	13
2.3	Postupy barvení reaktivními barvivy .....	14
2.3.1	Různé způsoby aplikace .....	14
2.3.1.1	<i>Vytahovací způsob</i> .....	14
2.3.1.2	<i>Napouštěcí (klocovací) způsob</i> .....	14
2.3.2	Postup barvení reaktivními barvivy .....	14
2.3.2.1	<i>Předúprava bavlny</i> .....	14
2.3.2.2	<i>Barvení bavlny</i> .....	16
2.3.2.3	<i>Závěrečné zpracování</i> .....	17
2.4	Bavlna .....	18
2.4.1	Struktura celulózy .....	18
2.4.2	Vlastnosti celulózy .....	18
2.5	Kontrola odstínu.....	19
2.5.1	Zkoušky stálobarevnosti – Stálobarevnost ve vodě .....	20
2.5.2	Zkouška stálosti vybarvení při otěru .....	21
2.5.3	Zkouška stálosti vybarvení v praní.....	22
2.5.4	Zkouška stálosti vybarvení na denním světle.....	22
2.5.5	Zkouška stálosti vybarvení na světle umělém.....	22
2.5.6	Zkouška stálosti vybarvení při žehlení.....	22
2.5.7	Zkouška stálosti vybarvení v potu.....	22
2.5.8	Zkouška stálosti vybarvení v potu s histidinhydrochloridem.....	22
2.6	Popis barevného prostoru .....	22
2.6.1	Subjektivní hodnocení barevnosti .....	22
2.6.2	Objektivní hodnocení barevnosti .....	22
2.7	Literární studie .....	27
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....</b>	<b>29</b>
3.1	Použité materiály, zařízení a metody .....	29
3.1.1	Datacolor INTERNATIONAL DC 3890 .....	29
3.1.2	Spektrofotometr Varian Cary Probe 50.....	30
3.1.3	Použité ustalovací roztoky .....	31
3.2	BEZAKTIV ROT S-B.....	32
3.2.1	Pracovní postup barvení .....	32
3.3	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při nejvyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l) .....	32
3.3.1	Barvení bavlny při nižších délkách lázní .....	32
3.3.2	Ustalování vybarvených vzorků.....	34
3.3.3	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	36
3.3.4	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	37
3.3.5	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	37
3.3.6	Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$ .....	38
3.3.7	Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu.....	39
3.3.8	Barvení bavlny při různých délkách lázní.....	39
3.3.9	Ustalování vybarvených vzorků.....	40

3.3.10	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	40
3.3.11	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	41
3.3.12	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	41
3.3.13	Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$ .....	42
3.3.14	Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu.....	43
3.4	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při střední koncentraci elektrolytu (45 g/l) .....	43
3.4.1	Ustalování vybarvených vzorků.....	44
3.4.2	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	45
3.4.3	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	45
3.4.4	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	45
3.5	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při nejnižší koncentraci elektrolytu (10 g/l) .....	46
3.5.1	Ustalování vybarvených vzorků.....	47
3.5.2	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	47
3.5.3	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	47
3.5.4	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	48
3.5.5	Porovnání vzorků barvených při 0,5 % vybarvení při různé koncentraci NaCl.....	49
3.6	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při nejnižší konc. alkálie (5 g/l) .....	49
3.6.1	Barvení bavlny při nejnižší koncentraci elektrolytu.....	49
3.6.2	Ustalování vybarvených vzorků.....	50
3.6.3	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	51
3.6.4	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	51
3.6.5	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	51
3.6.6	Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$ .....	52
3.6.7	Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu.....	52
3.6.8	Barvení bavlny při nejvyšší koncentraci elektrolytu .....	53
3.6.9	Ustalování vybarvených vzorků.....	53
3.6.10	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	54
3.6.11	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	54
3.6.12	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	54
3.6.13	Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejnižší konc. elektrolytu .....	55
3.6.14	Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejvyšší konc. elektrolytu.....	56
3.6	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při použití jiného elektrolytu Glauberovy soli.....	57
3.7.1	Barvení bavlny při nejnižší koncentraci elektrolytu.....	57
3.7.2	Ustalování vybarvených vzorků.....	57
3.7.3	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	58
3.7.4	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	58
3.7.5	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	58
3.7.6	Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$ .....	59
3.7.7	Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu.....	60
3.7.8	Barvení bavlny při střední koncentraci elektrolytu .....	60
3.7.9	Ustalování vybarvených vzorků.....	61
3.7.10	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	61
3.7.11	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	61
3.7.12	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB.....	61
3.7.13	Barvení bavlny při nejvyšší koncentraci elektrolytu .....	62
3.7.14	Ustalování vybarvených vzorků.....	63
3.7.15	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994).....	63

3.7.16	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	63
3.7.17	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB .....	64
3.7.18	Porovnání vzorků barvených při 0,5 % vybarvení při různé konc. Glauberovy soli ..	64
3.8	Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 2 % koncentraci vybarvení .....	65
3.8.1	Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci NaCl .....	65
3.8.2	Ustalování vybarvených vzorků .....	66
3.8.3	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994) .....	67
3.8.4	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	68
3.8.5	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB .....	68
3.8.6	Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$ .....	69
3.8.7	Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu .....	69
3.8.8	Porovnání vzorků barvených při 2 % vybarvení při různé koncentraci NaCl .....	70
3.8.9	Porovnání vzorků při různé koncentraci vybarvení .....	71
3.8.10	Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci elektrolytu Glauberovy soli .....	71
3.8.11	Ustalování vybarvených vzorků .....	71
3.8.12	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994) .....	72
3.8.13	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	73
3.8.14	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB .....	73
3.8.15	Porovnání vzorků barvených při 2 % vybarvení při různé konc. Glauberovy soli .....	74
3.8.16	Porovnání vzorků při různé koncentraci vybarvení .....	75
3.8.17	Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci elektrolytu a při nejnižší koncentraci elektrolytu .....	75
3.8.18	Ustalování vybarvených vzorků .....	75
3.8.19	Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994) .....	76
3.8.20	Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987) .....	77
3.8.21	Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB .....	77
3.8.22	Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejnižší konc. elektrolytu .....	78
3.8.23	Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejvyšší konc. elektrolytu .....	79
3.9	Formaldehydová zkouška .....	79
3.10	Návrh optimální receptury pro barvení bavlny Bezaktiv rot S–B .....	81
3.10.1	Pro 0,5 % vybarvení Bezaktiv rot S-B .....	81
3.10.2	Pro 2 % vybarvení Bezaktiv rot S-B .....	81
4	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>82</b>
5	<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>83</b>
6	<b>LITERATURA .....</b>	<b>84</b>



# 1 ÚVOD

Diplomová práce byla zaměřena na barvení bavlny reaktivním barvivem typu S (dichlortriazinové barvivo) vyrobeným firmou Bezema. Barvení bylo provedeno v laboratorních podmínkách, vytahovacím způsobem a v přítomnosti elektrolytu i alkálie s barvivem Bezaktiv rot S-B. Byl sledován vliv koncentrace alkálie a elektrolytu při různých délkách lázní. V práci byly použity tři různé koncentrace elektrolytu chloridu sodného a barvení bylo opakováno při stejných koncentracích i s elektrolytem Glauberova sůl. Barvení bylo také provedeno při dvou různých koncentracích alkálie. Vyhodnocení vybarvených a ustálených vzorků bylo provedeno tak, že byly zvoleny jako standardy vzorky barvené při nejnižší koncentraci elektrolytu, nebo vzorky barvené při nejkratší použité délce lázně 1:50. Dále byly porovnány vzorky vybarvené při 0,5 % koncentraci vybarvení, které byly ustálené dvěma typy použitých ustalovacích přípravků firmy Bezema.

Podle získaných výsledků bylo záměrem práce navrhnout optimální postup barvení pro koncentraci vybarvení 0,5 a 2 %. Jako standard byly vybrány vzorky s délkou lázně 1:50. Výsledky předložené práce by mohly být použity pro řešení menších zakázek, kdy by se použily nižší délky lázní podle možností barevnosti.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Barvení celulózových materiálů reaktivními barvivy

Pojmenování reaktivní barvivo se odvozuje od skutečnosti, že barvivo chemicky reaguje se substrátem (vláknem) a mezi chromoforem a substrátem se utvoří kovalentní vazba. Jelikož kovalentní vazba je velmi pevná, jsou vybarvení reaktivními barvivy velmi stálá v praní a otěru.

Reaktivní barviva se vyznačují vysokou brilancí odstínů, dobrou egalizační schopností a dobrými až výbornými stálostmi. Jednoduše se aplikují jak při barvení tak i v textilním tisku a jsou vhodná nejen pro přírodní a regenerovaná celulózová vlákna, ale i pro vlákna živočišná a polyamidová. Dají se neomezeně kombinovat a umožňují použití nejrozličnějších barvicích způsobů.

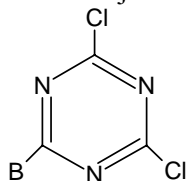
Reaktivní barviva jsou ve vodě rozpustná a s celulózovým vláknem reagují za vzniku barevné makromolekulární sloučeniny. Rozpustnost většiny reaktivních barviv je poměrně vysoká, podle typu barviva. Přísada hydrotropních činidel, především močoviny, zvyšuje jejich rozpustnost<sup>1</sup>.

První reaktivní barviva byla uvedena na trh firmou ICI (Velká Británie) v roce 1956 a to jako reaktivní barviva na vlnu. Později se reaktivní barviva na vlnu přestala prakticky vyrábět a začala se převážně vyrábět reaktivní barviva na celulosová vlákna, kde postupně začala dominovat a dodnes představují hlavní třídu barviv na celulosu. V současnosti se reaktivní barviva na vlnu a polyamid opět vrací na trh a to z ekologických a zdravotních důvodů, protože kovokomplexní barviva na bázi  $\text{Cr}^{3+}$  a  $\text{Co}^{3+}$  jsou postupně zakazována (např. dětské oblečení, autopotahy, ponožky, apod)<sup>2</sup>.

Afinita těchto barviv k celulózovým vláknům je rozdílná. Močovina afinitu snižuje, přísadou elektrolytů afinita u celé řady barviv výrazně stoupá. Některá barviva naproti tomu afinitu za přítomnosti elektrolytů nemění. Difúze barviva je závislá mimo jiné na velikosti molekuly –nejrychlejší je u barviv žlutých a oranžových (většinou) a klesá přes červenou až po modrou a černou (nejpomaleji difundují barviva modrá na bázi ftalocyaninu).

Jde o anionická barviva (podobná kyselým či přímým barvivům), která obsahují v molekule jednu nebo dvě reaktivní skupiny nebo atomy (většinou chlor) schopné chemicky reagovat s  $-\text{OH}$  resp.  $-\text{O}^-\text{Na}^+$  skupinami celulózových vláken<sup>3</sup>.

Dosud nejběžnější reaktivní systémy jsou založeny na **heterocyklech**, zejména 1,3,5-triazinu:



jehož jeden nebo dva uhlíky nesou atomy chloru (v některých případech fluor). Zbytek molekuly barviva se sulfoskupinami a chromoforem (většinou azoskupina) je zde schematizován substituentem –B.

Atomy dusíku v triazinovém cyklu silně polarizují C–N vazby za vzniku značného kladného náboje na C-atomech nesoucích „reaktivní“ chlorový atom. Do tohoto místa s nízkou hustotou elektronů vstoupí elektronovým párem „nukleofilní činidlo“ – celulóza, konkrétně hydroxylový iont vzniklý z –OH skupiny celulózy v alkalickém prostředí:



Disociovaný aniont natrium-celulózy je mnohem silnějším nukleofilním činidlem než „původní“ cel–OH, a proto se alkalizace lázně využívá k urychlení reakce (NUKLEOFILNÍ SUBSTITUCE).

Ze vzniklého reakčního komplexu se okamžitě odštěpuje atom chloru ve formě  $\text{Cl}^-$  iontu (obecně X).

Další důležitý reaktivní systém je typický přítomností reaktivní **vinylové** skupiny. Nejčastěji se tato skupina vytváří vlivem alkalizace (při barvení) ze skupiny sulfoethylsulfonové nebo akrylamidové.

Přídavek alkálie velmi rychle převede barvivo na reaktivní vinylsulfonovou formu, která okamžitě reaguje s –OH skupinami celulózy. Vinylsulfonová barviva stojí svojí reaktivitou mezi dichlor- a monochlortriazinovými. Nelze bohužel zabránit, aby současně reaktivní barvivo nereagovalo s alkálií. Nežádoucí hydrolýza probíhá dokonce zhruba stejnou rychlostí jako reakce s vláknem a je i stejně urychlována teplotou. Vznikne „nereaktivní“ forma barviva:



Aby se tato ztrátová reakce co nejvíce omezila, využívá se v první fázi barvení substantivity barviva k celulóze. Tak se přivedou reaktivní skupiny molekul co nejbližší k reakce schopným skupinám vláken.

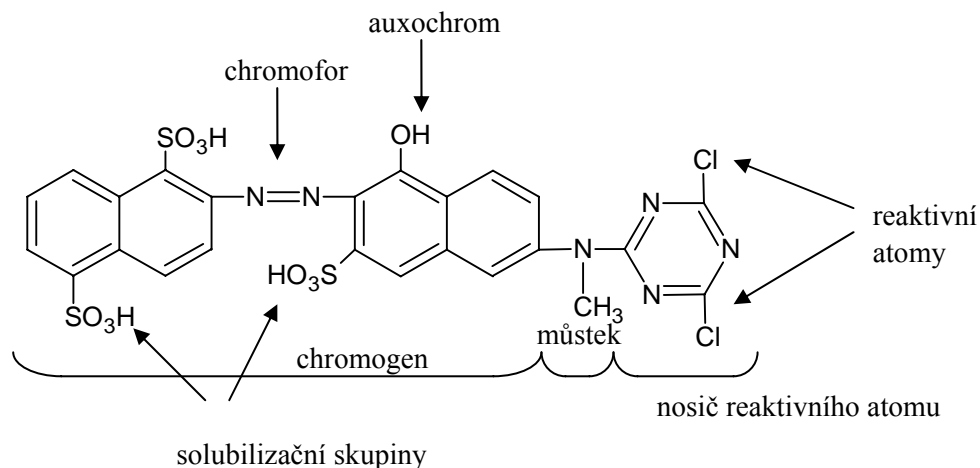
Substantivita reaktivních barviv je však nižší než přímých barviv a tak je třeba pro primární sorpci barviva přidávat značně vysoké dávky elektrolytu. Substantivita reaktivních barviv je však komplikujícím faktorem po barvení, kdy je nutno zhydrolyzované barvivo seprat z vlákna – jinak jsou ohroženy stálosti. Závěrečné vypírání probíhá v opakujících se lázních při co nejvyšší teplotě, důležitá je intenzivní proudění lázně vzorkem.

Značné spotřeby vody a energie jsou nevýhodou reaktivních barviv.

#### **Složení reaktivního barviva.**

Každé reaktivní barvivo se skládá z těchto komponent:

- barevné části barviva – chromogenu
- solubilizační skupiny – způsobuje rozpustnost
- můstků
- nosiče reaktivního atomu
- reaktivního atomu



**Obr. 1** Příklad barviva uváděného na trh pod obchodním označením Ostazinová brilantní oranž S-2R

Chromogen je sloučenina obsahující chromofory a auxochromy. Je tedy nositelem barevnosti, tzn. že tvoří vlastní barevnou část molekuly barviva. Jedná se většinou o jednoduchá mono- či disazobarviva, v některých případech také složitější konstituce na bázi antrachinonu, ftalocyaninu nebo metalizovaných azosloučenin. Jednoduchá konstituce chromogenu příznivě ovlivňuje některé stálosti. Velikost a tvar chromogenu má vliv na rychlost difuze barviva do vlákna a tedy i na afinitu a vypratelnost barviva. Chromofory jsou nenasycené skupiny, jejichž zavedením do molekuly se posunuje absorpce světla do viditelné části spektra a barviva se díky tomu stávají barevnými. Auxochrom je skupina umožňující vazbu barviva na materiál.

Solubilizační skupiny ovlivňují rozpustnost barviva hlavně ve vodě. Nejznámější a nejužívanější je sulfoskupina ve formě sodné soli  $-\text{SO}_3\text{Na}$ , která je většinou umístěna na chromogenu. U některých typů reaktivních barviv je tato skupina umístěna též na reaktivní skupině. Při reakci s vláknem se potom solubilizační skupina odstraní a barvivo se stává méně rozpustné.

Spojení chromogenu s nosičem reaktivního atomu obstarává tzv. můstek. Většinou to bývá skupina imino, sulfoimino, methylazid apod. Můstek významně ovlivňuje vlastnosti barviva a to především stálost vazby s celulózu, substantivitu a částečně i rychlost hydrolýzy barviva.

Nosič reaktivní skupiny atomů je skupina, která nese reaktivní atom a zajišťuje vazbu mezi barvivem a vláknem. Na jejím charakteru je závislé chování barviva – hlavně reaktivita, substantivita a pevnost vazby – a tím i teoreticky konečná stálost vybarvení.

### 2.1.1 Typy reaktivních barviv

Nejčastější typy reaktivních barviv (C.I. Reactive Dyes) jsou: monochlortriazinová, dichlortriazinová a vinylsulfonová barviva<sup>4</sup>.

Reaktivní barviva vyráběná v ČR-Synthesia, Ostacolor pod obchodním názvem Ostazin lze podle reaktivního systému rozdělit do tří skupin<sup>1</sup>:

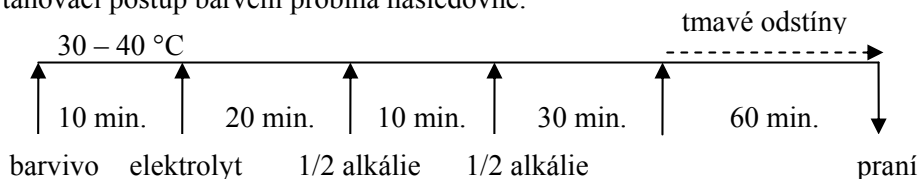
#### 2.1.1.1 Ostazinová S

Jedná se o barviva dichlortriazinová. *Rozpustnost* těchto barviv je vysoká a lze ji ještě zvýšit přísadou močoviny při rozpouštění. Přidávky elektrolytu a alkálie rozpustnost naopak snižují. *Substantivita* je dosti vysoká k přírodní i regenerované celulóze a dají se tedy použít pro vytahovací postup i při delších poměrech lázně. Lze ji ještě podpořit přidávkem elektrolytu.

*Reaktivita*, jak vyplývá z porovnání jednotlivých systémů, je velmi vysoká, ale současně je malá *stabilita* vodných roztoků.

Barviva jsou tedy schopna reagovat s celulózou již v přítomnosti slabé alkálie, při nižších teplotách a kratší době barvení. Pro malou stabilitu vodných roztoků zvláště v přítomnosti alkálie se hodí zejména pro vytahovací postupy barvení.

Vytahovací postup barvení probíhá následovně:



**Obr. 2** Postup barvení dichlortriazinovými barviv

Na začátku barvení zahřejeme barvicí lázeň na 30–40 °C a tuto teplotu udržujeme konstantní po celou dobu barvení. Začínáme barvit v lázni samotného barviva bez přísad po dobu 10 min. Po této době přidáme najednou veškerý elektrolyt a pokračujeme dalších 20 min. v barvení. Po této době přidáme polovinu z celkového množství alkálie a po 10 minutách další polovinu. U světlých odstínů dobarvujeme od posledního přidavku alkálie 30 minut, u tmavých 90 minut.

Substantivita ostazinových S–barviv je dosti vysoká, protože se v krátkém čase vytáhne z lázně značné množství barviva a přísada elektrolytu i alkalické pH stupeň vytažení podporují. Fixace barviva až do přidavku alkálie prakticky nenastává a teprve oběma přidavky se stupeň fixace zvyšuje.

Velikost substantivity a rychlost natahování barviva souvisí s egalizačními schopnostmi barviva a čím vyšší je substantivita barviva, tím jsou jeho egalizační schopnosti nižší a naopak. Při barvení reaktivními barvivy je situace jiná. O egalizaci rozhoduje nejenom natahování barviva, ale i jeho fixace na vlákne. Rozmístění molekul barviva na materiálu je možno ovlivňovat jen do doby zafixování na vlákne. Proběhne-li chemická reakce mezi molekulami barviva a celulózou, je barvivo již pevně zafixováno na jednom místě a nemůže migrovat. Egalizace ostazinových barviv v porovnání s jinými skupinami barviv je velmi dobrá, přesto by se mohly s egalizací ostazinových S–barviv vyskytnout problémy. V takovémto případě se doporučuje použít tzv. kombinovaný barvicí postup s postupným zvyšováním hodnoty pH. Regulace pH totiž je totiž jediná praktická možnost, jak ovlivnit rychlost fixace tohoto typu reaktivních barviv, neboť ovlivnění fixace teplotou není možné.

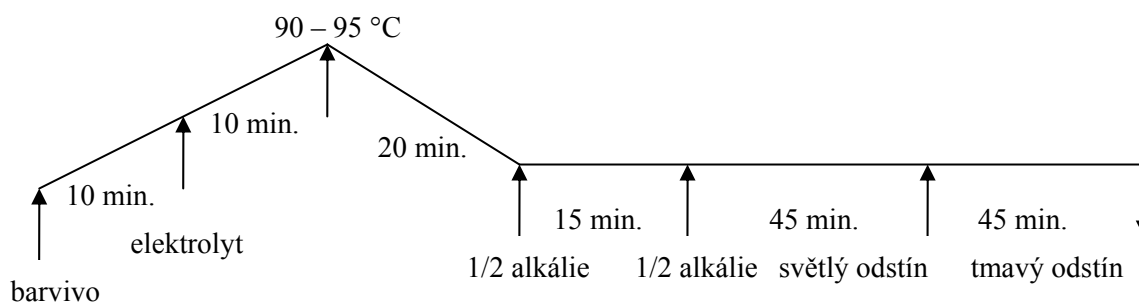
### 2.1.1.2 Ostazinová H

Jedná se o barviva monochlortriazinová. *Rozpustnost* je vesměs vysoká jak v horké tak i ve studné vodě. Přísadou močoviny lze rozpustnost barviv ještě zvýšit, což je žádoucí zvláště při klocovacích postupech barvení. Přidávky elektrolytu a alkálie rozpustnost částečně snižují.

*Substantivita* těchto barviv je nízká. Pro klocovací postupy barvení, kde se nafixovaný podíl barviva vypírá, je tato vlastnost výhodná, avšak při vytahovacím postupu barvení je nutno ji podpořit zvýšenými dávkami elektrolytu do barvicí lázně. Substantivita některých značek je tak nízká, že jsou nevhodné pro barvení přírodní celulózy vytahovacím způsobem.

*Reaktivita* barviv jak vyplývá z jednotlivých systémů, je poměrně nízká, ale tím je současně vysoká *stabilita* vodných roztoků. Tato vlastnost je předurčena pro polokontinuální a kontinuální metody barvení. Nízkou reaktivitu lze vyvážit použitím silnější alkálie nebo výhodnými podmínkami fixace. Stabilita vodného roztoku se stoupající teplotou klesá.

Vytahovací postup barvení probíhá následovně:



**Obr. 3** Postup barvení monochlorotriazinovými barvivy

Ze schématu barvicího postupu pro ostazinová barviva H je zřejmé, že prvních 40 minut probíhá barvení bez přítomnosti alkálie, což přináší pro výsledné vybarvení dvě výhody:

- je možné bez nebezpečí hydrolyzy barviva zvýšit teplotu barvicí lázně až téměř k varu a tím podstatně zlepšit probarvení materiálů.
- prvních 40 minut, kdy se barvivo sice již na materiál natahuje, ale nefixuje se, probíhá migrace ještě nefixovaného barviva, což se velmi příznivě projeví ve výsledné egalitě vybarvení. Protože tato barviva mají ještě současně nízkou substantivitu, nabývají s egalitou výsledného vybarvení téměř žádné problémy.

### 2.1.1.3 Ostazinová V

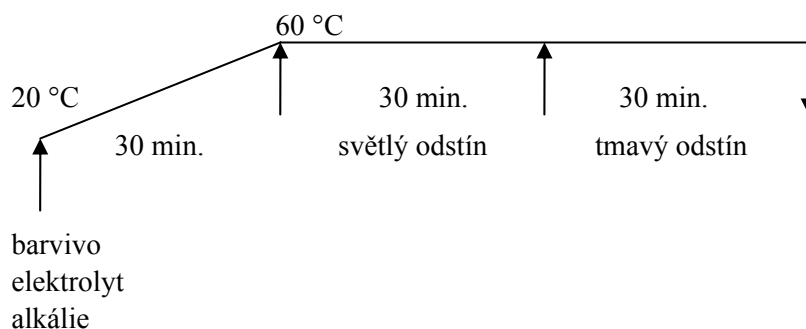
Jedná se o barviva vinylsulfonová. *Rozpustnost* je velmi dobrá již za nižších teplot. Přísadou močoviny lze rozpustnost ještě zlepšit, přidavkem elektrolytu a alkálie má opačný účinek.

*Substantivita* se nachází přibližně někde mezi oběma již uvedenými typy barviv, což umožňuje aplikaci jak klocovacími tak i vytahovacími postupy barvení.

*Reaktivita* této skupiny barviv je střední. U vytahovacího postupu barvení stačí k vytvoření chemické vazby barvivo–vlákno teplota 50 °C v prostředí silné alkálie. Fixační podmínky u klocovacích postupů se pohybují přibližně mezi údaji pro ostazinová H a S–barviva.

*Stabilita* vodných roztoků je střední. Hydrolyza silně vzrůstá se stoupající alkalitou roztoků, což v praxi znamená, že alkalické klocovací lázně nejsou dostatečně stálé a při klocování je nutno použít automatického mísícího zařízení.

Vytahovací postup barvení barvivy Ostazin V probíhá následovně:



**Obr. 4** Postup barvení vinylsulfonovými barvivy

Existují i jiní výrobci barviv než Synthesia poskytující barviva založená na stejných typech sloučenin: monochlorotriazinová, dichlor, vinylsulfonová, jen se liší obchodním označením. Pokud jde o barvivo nově připravené smícháním jiných původních barviv, pak je produkt zpravidla bez C.I. čísla. Firma Bayer například vyrábí barviva Levafix E, EA, PN. Firma Ciba nabízí barviva Cibacrone. Firma Bezema vyrábí barviva pod obchodním názvem Bezaktiv S, V. Každá firma současně s barvivy

dodává barvicí postup a pomocné textilní přípravky. Firma Bezema používá inovované postupy barvení než se používaly před 20 lety v ČR a také vyvíjí podle požadavků zákazníků nové odstíny barviv. Bylo zjištěno, že v ČR některé závody používají barviva a výrobky Bezema (Hedva, Moravská Třebová; Slezan Frýdek Místek; Tonak Nový Jičín, Tylex Letovice; Lanatex Ivančice, Jitex Písek, Pleas Havlíčkův Brod).

## 2.2 Teorie barvení reaktivními barvivy

Reaktivní barviva představují skupinu barviv schopnou tvořit chemické vazby s primárními – OH skupinami celulózy formou nukleofilní substituce za odštěpení minerální kyseliny, nebo formou nukleofilní adice.

Představíme-li si pro zjednodušení reaktivní barvivo jako



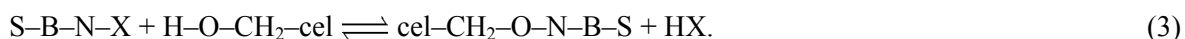
kde je S – solubilizační skupina

B – chromogen včetně můstku

N – nosič reaktivního atomu či skupiny

X – reaktivní atom či skupina

můžeme reakci formu nukleofilní substituce zjednodušeně zapsat



Z reakce je patrné, že barvivo se váže s celulózou (–cel) pomocí chemické vazby za vzniku minerální kyseliny HX. Protože je reakce vratná, je nutné porušovat rovnovážný stav reakce neutralizací vznikající kyseliny HX na pravé straně rovnice a podporovat tak další vazbu barviva s materiálem. Proto probíhá fixace těchto typů reaktivních barviv v alkalickém prostředí.

U reaktivních barviv, kde tvoří reaktivní skupinu vinylová skupina –CH=CH<sub>2</sub>, dochází k tvorbě chemické vazby formou nukleofilní adice, kterou lze zjednodušeně zapsat



U některých typů barviv bývá vinylová skupina maskována sulfoskupinou vázanou esterově. K odkrytí vinylové skupiny a umožnění reakce s celulózou je zapotřebí vinyl odmaskovat. Provádí se to zmýdlením sulfoesteru alkalickou hydrolyzou podle rovnice



Z této reakce vidíme, že i u těchto typů reaktivních barviv je zapotřebí pracovat v alkalickém prostředí.

Reaktivní barviva však mají tu nevýhodu, že jsou schopna reagovat s jakoukoliv volnou –OH skupinou, tedy i během barvení s –OH skupinami alkálie nebo vody. Ve všech případech vzniká hydrolyzovaná forma reaktivního barviva. Toto hydrolyzované barvivo je rozpustné ve vodě, nemá však již možnost dále se vázat s celulózou chemickou vazbou. Může se upevnit na materiál pouze částečně vlivem substantivity. Tento zhydrolyzovaný podíl barviva musí pak být z vlákna dokonale odstraněn, neboť podstatně zhoršuje mokré stálosti a vydatnost vybarvení.

Hydrolyza barviva vodou nebo alkálií je tedy nežádoucí vedlejší reakce při barvení a je nutno ji co nejvíce potlačit. Proto se při úpravě pH vyhýbáme hydroxidu sodnému a raději používáme sodu, fosforečnan trisodný apod. Protože molekuly vody jsou v mnohem větší míře asociovány než –OH skupiny celulózy, reaguje barvivo snadněji s celulózou než s vodou, proto barvení provádíme ve vodných roztocích i když stabilita vodných roztoků barviv je velmi různá.

## 2.3 Postupy barvení reaktivními barvivy

### 2.3.1 Různé způsoby aplikace

Podle druhu textilního materiálu a podle typu barvicího zařízení lze pro aplikaci reaktivních barviv použít následující způsoby.

#### 2.3.1.1 Vytahovací způsob

Vytahovací způsob má pro reaktivní barviva největší význam a uplatňuje se pro barvení volného materiálu, barvení příze a plošných textilií na jiggerech a hašplich.

U slaběji egalizujících barviv se po určité době barvení vytvoří rovnovážný stav mezi barvivem na vlákne a zbylým barvivem v barvicí lázni. U těchto barviv se přidává elektrolyt až po určité době barvení, případně na vícekrát, protože tím se docílí zvýšené natažení barviva na vlákno. Vytahovací způsoby barvení jsou vhodné pro vysoce afinní a středně afinní barviva, při aplikaci na středních a dlouhých lázních. Barviva se velmi dobře vyčerpávají z barvicí lázně a barvicí receptury se uvádějí v % (koncentrace vybarvení).

#### 2.3.1.2 Napouštěcí (klocovací) způsob

Napouštěcí způsob barvení zvyšuje produktivitu barvení a příznivě ovlivňuje egalitu. Technologie barvení na fulárech, kontinuálních linkách a napouštěcích strojích. Vhodné pro nízce afinní barviva, při aplikaci na krátkých lázních. Barvivo se nanáší na materiál (napouští) a koncentrace barviva se stanoví odždímáním barvicí lázně. Pracuje se s cca 80 % odmačkem. Barvivo naklocované na textilií se fixuje některým z kontinuálních a polokontinuálních postupů. Pro reaktivní barviva jsou vhodné zejména tyto postupy

polokontinuální	<b>Pad-Jig</b> – barvení s fixací na vlákne <b>Pad-Roll</b> – barvení s fixací odležením za mokra <b>Pad-Batch</b> – barvení s fixací odležením za studena
kontinuální	<b>Pad-Dry</b> – barvení s fixací horkým vzduchem <b>Pad-Steam</b> – barvení s fixací nasycenou párou

### 2.3.2 Postup barvení reaktivními barvivy

#### 2.3.2.1 Předúprava bavlny

Bavlna obsahuje asi 90 % celulózy, zbytek je hydroskopická vlhkost a přirozené nečistoty tj. pektiny, tuky, vosky, lignin, popeloviny, přírodní barvivo aj. Tyto nečistoty i látky ulpěné na vlákne během předchozího zpracování, tj. zejména šlichty, avivážní prostředky, prach a olej, se odstraní odšlichtováním, alkalickou vyvářkou a bělením. Kromě toho se během předúpravy dodává bavlněné přízi či tkanině lepší vzhled, vyšší pevnost a snadnější barvitelnost požehováním a mercerací<sup>5</sup>. Účelem předpravy bavlněných materiálů je tedy odstranění nečistot, které by mohly zhoršovat vlastnosti jež jsou důležité pro další operace zušlechťování (barvení, tisk, konečné úpravy). U bavlněných materiálů je účelem předúpravy získat dobrou a rovnoměrnou savost, aby bavlna dobře přijímala lázně, které se používají v dalším stupni jejího zpracování.

Sled zušlechťovacích procesů je požehování, odšlichtování, vyvářka, mercerace, bělení. Nejpoužívanější je odšlichtování, vyvářka a bělení.

##### a) Požehováním

Opalováním se zbavuje tkanina odstávajících vláken, které by mohly působit problémy zejména při tisku.

##### b) Odšlichtování

Odšlichtováním se zbaví tkanina šlichty, která by při barvení byla zdrojem potíží. Podle druhu použité šlichty, hustoty tkaniny a strojního zařízení se volí i způsob odšlichtování.

Nejčastěji používané škrobové šlichty jsou ve vodě nerozpustné a k jejich odstranění lze použít kyselin, zásad, oxidačních prostředků a enzymů. Škrobové šlichty je třeba nejdříve degradovat na rozpustné sloučeniny nebo na dispergovatelné částice. K převedení do vodorozpustné formy slouží převážně enzymatické odšlichtování amylázami. Výhodou technologie je, že nehrozí nebezpečí poškození celulóзовých vláken. Při odšlichtování škrobových šlicht dochází tedy k jejich chemickému rozkladu, proto ze zboží vyprané šlichty nelze znovu použít.

Za účelem snížení počtu operací v předúpravě byly vyvinuta technologie kombinující odšlichtování a bělení do jedné operace. Nazývá se také „oxidativní odšlichtování“. Tkanina se impregnuje směsí peroxidu vodíku, hydroxidu sodného, stabilizátoru peroxidu a komplexotvorných činidel. Škrobová šlichta je degradována na menší částice a částečně chemicky oxidována. Současně se bělí celulóзовá tkanina. Nevýhodou technologie je, že podmínky reakce musí být pečlivě kontrolovány, neboť jinak hrozí chemické poškození celulózy.

Klihové a bílkovinné šlichty se odstraňují snadno pouhým vypráním ve vroucí alkalické lázni za přísady pracích prostředků. Chemické šlichty se vypírají horkou vodou, případně s přísadou mýdla.

### **c) Vyvářka**

Vyvářka je velmi důležitou operací při předúpravě bavlny. Vyvářkou, častěji alkalickou, se odstraní z bavlny nečistoty, zbytky slupek semen bavlny a částečně se odstraní vosky, tuky a ostatní přirozené nečistoty a tím se zpřístupní hydrofilní skupiny celulózy v primární a sekundární stěně celulózy. Získá se tak materiál s vysokou savostí a čistotou, která je bezpodmínečně nutná pro další zušlechťovací procesy.

Vyvářecí lázeň obsahuje jako hlavní složku alkálii, a to nejčastěji hydroxid sodný nebo sodu v množství 2–3 %. Přísada redukčních prostředků – siřičitanu sodného nebo hydrosulfitu – zabráňuje oxidačnímu poškození celulózy vzdušným kyslíkem.

### **d) Mercerace**

Při merceraci dochází ke změně struktury a vlastností bavlněného vlákna. Zvýší se pevnost v tahu, rozměrová stabilita, zboží získá lesk a zlepší se barvicí vlastnosti zejména afinita k barvivům. K barvení mercerizovaného zboží se snižují výchozí koncentrace barviva a tím se zvyšuje stupeň jejich vytažení<sup>6</sup>.

Technologie spočívá ve zpracování zboží v koncentrovaném roztoku hydroxidu sodného za současného napínání. Vlákná musí být v napnutém stavu až do doby dokud koncentrace hydroxidu sodného neklesne pod požadovanou hodnotu. Původní stužkovitý tvar bavlny se změní na válcovitý a povrch vlákna se stává hladkým. Vzniklá změna bavlněné struktury je nevratná. Chceme-li pouze zlepšit afinitu bavlny vůči barvivům provádí se tzv. louhování. Louhování se provádí za nižší koncentrace hydroxidu sodného bez napínání.

### **e) Bělení**

Bělením se má dosáhnout při maximální šetrnosti k vláknům a vysoké hospodárnosti dobré smáčivosti materiálu a vysoké bělosti. Účelem bělení je však zejména odstranit z vláken všechny barevné látky, především přírodní pigmenty a barvené příměsi, které nebyly odstraněny při vyvářce.

Z hlediska použitých chemikálií má pro bavlnu praktický význam především oxidační bělení. V současné době se pro bělení používá hlavně peroxid vodíku. Dříve však byly používány i chlornan sodný a chloritan sodný. V současné době však není jejich používání dovoleno vzhledem k jejich nešetrnosti k životnímu prostředí.

Alkalické bělení peroxidem vodíku je nejpoužívanější. Díky vysokému obsahu alkálií a vyšší teplotě při bělení se odstraní nejen doprovodné nečistoty, ale je možno v mnoha případech vynechat alkalickou vyvářku. Jeho výhodou je, že při dodržení technologických



podmínek bělení se celulózová vlákna bělí velmi šetrně a dosažená bělost je stálá. Peroxid vodíku se chová jako slabá kyselina. Jeho disociaci vznikají hydrogenperoxidové anionty, aby vznikaly tyto anionty je nutná přítomnost alkálie. Koncentrace hydrogenperoxidových aniontů a rychlost jejich rozkladu závisí na hodnotě pH bělicí lázně, její teplotě a přítomnosti stabilizátorů.

### **2.3.2.2 Barvení bavlny**

Barvivo je v roztoku ve formě částec, jejichž velikost se pohybuje od jednotlivých molekul až k velkým molekulárním shlukům, takže se může hovořit o molekulárních a koloidních disperzích. Pro barvení je optimální stupeň disperze u jednotlivých barviv rozdílný a závisí především na teplotě roztoku, na přítomnosti elektrolytu, případně dalších látek. Optimálním se jeví takový stupeň disperze, při kterém je barvivo schopno v maximální míře přecházet z roztoku do celulózového vlákna a pevně se na něm vázat.

Na počátku barvení probíhá proces adsorpce, tj. ukládání částic barviva z lázně na povrchu vlákna. Brzy po začátku adsorpce dochází k difúzi barviva k povrchu vlákna, přičemž částičky barviva pronikají do kapilárních pórů a kanálků vláken, které se zbotnáním bavlny ve vodě rozšířily. Proto je důležité, aby před barvením nebo v jeho průběhu došlo k dokonalému a stejnosměrnému nabotnění vlákna. Díky tomu je zajištěna egalita tj. rovnoměrnost vybarvení a dobré stálosti. Již v počáteční fázi barvicího pochodu probíhá adsorpce a difúze současně. Difúze probíhá ovšem pomaleji, takže je nutno během barvicího procesu počítat s delším časem pro průnik barviva do vlákna.

V další fázi dochází k upevňování barviva na vlákně. Toto upevňování může být způsobeno chemickou vazbou mezi barvivem a vláknem nebo mnohem slabšími přitažlivými silami mezi molekulami celulózy a barviva, současně probíhá jako vedlejší reakce hydrolyza reaktivního systému barviva. Hydrolyzovaná část barviva není schopna fixace na materiál a proto je do barvení zařazena operace mydlení, kdy se nefixované hydrolyzované barvivo vypírá. Barviva s bifunkčními (polyfunkčními) reaktivními systémy umožňují zvýšení jejich výtěžnosti.

Na průběh barvicího procesu má vliv teplota, elektrolyt a délka lázně

#### **a) Vliv teploty**

Teplota barvicího procesu je velmi významným činitelem. V mnoha případech nezáleží jen na používané teplotě, ale i na rychlosti dosažení této teploty a často i na tom, jak byl materiál po barvení nebo i při barvení ochlazován, tj. na celém časově-teplotním režimu. U mnohých barviv stoupá se stoupající teplotou vytahování barviva na materiál. V případě vysoce afinních barviv docílíme pomalým ohřevem barvicí lázně egálního vybarvení. V některých případech není ani teplota 100 °C dostatečná. Proto se zavádějí vysokoteplotní postupy. Jindy afinita barviva se stoupající teplotou klesá, a proto se barví při nízkých teplotách. U mnohých barviv afinita prochází v závislosti na teplotě maximem a pak opět klesá. Barviva, která mají tento průběh vybarvování, mohou být často dobarvována v chladnoucí lázni, čímž se zvýší stupeň využití barviva, popřípadě egalita vybarvení.

#### **b) Vliv elektrolytu**

Agregáty barviva difundují do vlákna a nebo mohou přecházet zpět do barvicí lázně. Elektrolyt pomáhá regulovat tyto procesy, tak aby se barvivo zafixovalo na vlákně a neuvolňovalo se zpět. Jedná se o soli silných kyselin a silných zásad – zejména se používá v praxi chlorid sodný a síran sodný. Síran sodný v technickém použití buď jako bezvodý s názvem kalcinovaný nebo jako dekahydrát (s triviálním názvem Glauberova sůl). Přísada těchto elektrolytů do barvicí lázně způsobuje shlukování dispergovaných částic barviva v agregáty, které se blíží optimální velikosti a také zvyšují při barvení schopnost vláken natahovat barvivo. Koncentrace barviva v lázni však nesmí překročit určitou mez, za kterou již afinita (schopnost vybarvovat textilní materiál) dále nevzrůstá, naopak může dojít

i k nepříznivému ovlivnění stavu roztoku, tj. např. k vysrážení. Řízené dávkování elektrolytu značně ovlivňuje egalizaci barviva.

### c) Vliv délky lázně

Délka lázně při daném množství materiálu, barviva i konstantní technologii ovlivňuje sytost vybarvení. Kromě toho výrazně působí i na ekonomiku barvení. Dlouhé lázně vyžadují pro dosažení stejné sytosti vybarvení větší množství barviva i ostatních chemikálií, větší množství vody a produkují pochopitelně také větší množství odpadních vod. Projevuje se proto tendence přecházet na barvení z co nejkratších lázní.

Délka lázně značně ovlivňuje vytažení barviva na materiál. Jako maximální se považuje délka lázně 1:50 pro ekonomické využití barviva. Při delších lázních než je 1:50 se snižuje stupeň vytažení barviva a značná část barviva odchází do odpadu. Barviva s nízkou afinitou lze úspěšně barvit jen na krátkých lázních 1:3 až 1:5.

### 2.3.2.3 Závěrečné zpracování

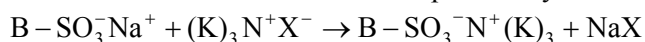
Po barvení se materiál odstředí a pak se důkladně vypírá teplou a studenou vodou, následně se provádí mydlení za varu. Závěrečným praním horkou a studenou vodou odstraníme mydlicí lázeň. Toto praní se opakuje dokud prací voda zůstává nezabarvena. Z povrchu materiálu se tak odstraní nedostatečně seprané nefixované barvivo, jenž je příčinou nízkých stálostí a vysráží se také zvláště při následném ustalování. Po ustalování, následuje opět dokonalé odvodnění odstředěním, odsátím nebo odžímáním a rychlé sušení.

### Ustalování

Ustalováním barviv se zvětšuje molekula barviva uloženého v mezimicelárních prostorách celulóзовého vlákna a kromě toho se snižuje i jeho rozpustnost. Obě změny brání snadnému uvolnění barviva z materiálu, především při mokrému ošetřování textilního výrobku. Ustalováním se tedy zvyšují především mokré stálosti. Vybarvení se v ČR dříve ustalovalo Syntefixem, modrou skalicí nebo jejich kombinací popřípadě diazotací a kopulací s azogenovými vývojkami. V současnosti se používají jiné ustalovací přípravky.

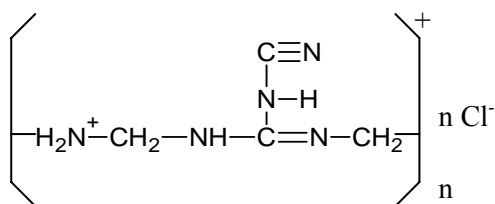
Každý výrobce barviv dodává také ustalovací prostředky pod určitým obchodním názvem, jejichž složení je většinou na bázi kationaktivních látek, bez obsahu formaldehydu nebo s obsahem formaldehydu. Dělí se také na speciální typy, které se používají pro ustalování konkrétních typů odstínů. Jejich použití je limitováno hodnotou pH a také teplotou, tyto parametry uvádí výrobce v technických a bezpečnostních listech. Bezpečnostní listy také obsahují postup pro který je daný ustalovač vhodný např. REWIN ACP je vhodný pouze pro vytahovací postup.

Rovnice ustalování kationaktivními prostředky:



kde K – alkyl, B – barvivo, X – halogen

Na obrázku můžeme vidět příklad formaldehydového kondenzačního produktu<sup>7</sup>



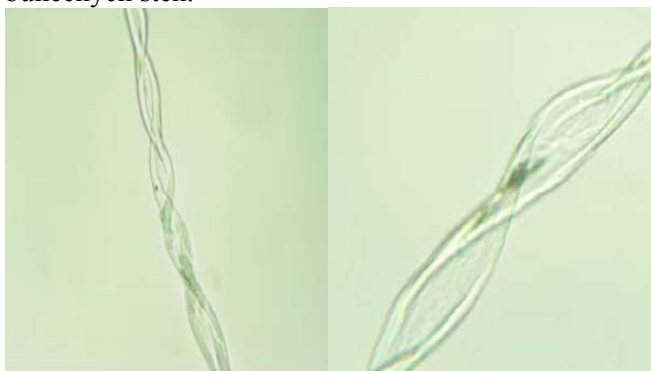
**Obr. 5** Formaldehydový kondenzační produkt

Finální úpravy představují poslední operaci dodávající vyráběné textilii konečné užité vlastnosti. Zahrnovat mohou vzhled, omak, nebo zvláštní vlastnosti jako je nemačkovost, nehořlavost, vodoodpudivost a další. Finální úpravy se dosahují mechanickými operacemi, jejichž vliv na životní prostředí je zanedbatelný, nebo nánosem chemických látek, což je spojeno s environmentálními riziky.

Některé druhy jsou typické pro určité textilní materiály. Příkladem mohou být úpravy snadné údržby pro bavlněné, antimolové úpravy pro vlněné a antistatické úpravy pro syntetické textilie. Chemické úpravy jsou aplikovány obvykle na vybarvené nebo potištěné plošné textilie. Představují samostatnou operaci zušlechťování, ale mohou být spojeny také i s jinou operací např. s barvením. V 80 % případů jsou chemikálie na textilii nanášeny z vodného roztoku nebo suspenze napouštěcí technikou. Upravovaná textilie prochází lázní, a potom se přebytek lázně odmačkne, nános se zasuší nebo zafixuje, přitom proběhnou případné chemické reakce.

## 2.4 Bavlna

Bavlněná vlákna pochází ze semen bavlníku. Jedná se o vlákna jednobuněčná, tvořící stužku zkroucenou po délce, s vysokým polymeračním stupněm (3000–4000). Bavlna obsahuje asi 90 % celulózy a jiné doprovodné nečistoty. Celulóza je polysacharid<sup>i</sup> tvořící strukturu rostlinných buněčných stěn.



Obr. 6 Struktura bavlněného vlákna – stočená stužka

### 2.4.1 Struktura celulózy

Uspořádání řetězců celulózy ve vlákne má dvojí charakter. Jednotlivé řetězce jsou rovnoběžně uspořádané do fibril. Tyto fibrily vytváří krystalickou oblast vlákna. Amorfni oblast vlákna vytváří volně uspořádané řetězce celulózy<sup>8</sup>.

Krystalická oblast vlákna má vyšší pevnost, absorpce vody a barviv je pouze na povrchu krystalů. Amorfni oblast má nižší pevnost a vyšší schopnost přijímat vodu a barviva, které se snadno dostane k jednotlivým řetězcům celulózy, na které se váže. Reakce tedy probíhají snadněji v amorfni podílu.

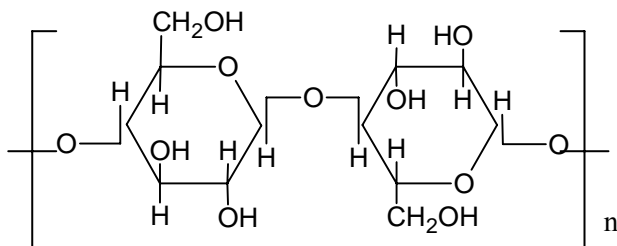
### 2.4.2 Vlastnosti celulózy

Celulóza ve své molekule obsahuje hydroxylové skupiny –OH.

- primární alkoholické skupiny
- sekundární alkoholické skupiny

---

<sup>i</sup> Polysacharidy jsou polymery jednoduchých cukrů (monosacharidů) navzájem spojených glykosidickou vazbou (glukosa).



**Obr. 7** Vzorec celulózy<sup>8</sup>

Přítomnost –OH skupin významně ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti celulózy. Mezi –OH skupinami celulózy a molekulami vody dochází k vzniku vodíkových můstků, to znamená, že celulóza je schopna vázat molekuly vody. Tak dochází k sorpci vody na celulózový řetězec a k botnutí celulózového vlákna. Sorpce vody probíhá nejlépe v amorfním podílu, proto amorfní podíl vlákna nejlépe botná. Stejnoseměrné nabotnutí vlákna před barvením nebo v jeho průběhu je důležité k zajištění egality a dobrých stálostí.

Bavlna má výbornou savost, velkou botnavost. Je také odolná vůči alkalickému prostředí, avšak málo odolná vůči kyselinám. Celulózu obsahující bavlna je velmi citlivá vůči oxidačním činidlům. Oxidace primární alkoholické skupiny vede ke vzniku aldehydické a další oxidací až karboxylové skupiny. Oxidace sekundárních alkoholických skupin má za následek vznik ketonických skupin a také rozštěpení glukopyranózového cyklu. Vzniklé produkty se souhrnně označují jako oxycelulóza. Dobrá je její odolnost proti teplu. Nad 200 °C dochází k hnědnutí bavlny. Nevýhodou bavlny je snadná hořlavost.

## 2.5 Kontrola odstínu

Jedním z nejdůležitějších hledisek při posuzování kvality textilních výrobků je stálost jejich vybarvení. Nedostatečná stálost vybarvení se většinou projeví již velmi brzo při dalším zpracování. Používání nebo ošetřování výrobku je doprovázeno nepříznivými změnami jeho vzhledu, které snižují užitnou hodnotu výrobku natolik, že je v některých případech k původnímu účelu nepoužitelný. Vedle toho dochází i k zabarvení jiných výrobků, které jsou ve styku s nestálobarevnou textilií. Způsob barvení by měl být proto volen velmi pečlivě. Při volbě barviva a technologie zpracování je nutno respektovat zejména tři hlediska, a to účel použití výrobku, životnost výrobku a jeho cenu. Soulad těchto faktorů vyžaduje mj. i znalost zkušebních metod pro hodnocení stálostí vybarvení textilií.

Základem všech zkušebních metod pro zjišťování stálostí vybarvení jsou jednak pracovní postupy při zušlechťování textilií (bělení, vyvážce apod.), tzv. provozní stálosti a jednak napodobování vlivů, kterým textilie podléhají při používání a ošetřování (stálost v potu, na světle, v praní apod.), tzv. spotřebitelské stálosti<sup>9</sup>.

Stanovují se zejména tyto stálosti:

- stálost vybarvení v otěru
- stálost vybarvení ve vodě a v praní
- stálost vybarvení na denním a umělém světle
- stálost vybarvení při žehlení.

Zkoušky stálosti se posuzují podle:

- stálobarevnosti s ohledem na změnu odstínu vybarvení; hodnocení se provádí podle pětistupňové šedé stupnice, která je normována viz. Tab. 1.

**Tab. 1** Subjektivních stupňů stálosti v šedé stupnici

Číselná hodnota	Slovní vyjádření stálobarevnosti
5	výborná – žádný rozdíl
4	velmi dobrá
3	dobrá
2	dosti dobrá
1	nízká – velký rozdíl

Hodnota stálobarevnosti je tedy udávána číslem stupně šedé stupnice odpovídající rozdílu mezi původní textilií a vzorkem po zkoušce. Je-li velikost rozdílu mezi dvěma stupni, vyjadřuje se příslušným mezistupněm (např. 4–5). Barevná povaha změny odstínu vybarvení se vysvětluje zkratkami za číselným údajem:

M – modřejší	S – světlejší
Z – zelenější	H – hlubší
Č – červenější	K – kalnější
Ž – žlutější	J – jasnější

#### **Šedá stupnice pro posouzení změny odstínu**

Stupeň stálosti 5 je na stupnici znázorněn dvěma stejnými proužky šedé neutrální barvy, které mají činitel světelného odrazu  $12 \pm 1$  %. Barevný rozdíl mezi proužky není žádný. Stupně stálosti 4 až 1 jsou znázorněny čtyřmi dvojicemi proužků, z nichž každá se skládá z proužku ve vybarvení stanoveném pro stupeň stálosti 5 a z proužku světlejší neutrální šedé barvy; při tom hodnoty okem pozorovatelných rozdílů u jednotlivých dvojic tvoří geometrickou řadu. Tyto rozdíly jsou vyjádřeny pomocí vztahu Adams-Nickerson v jednotkách AN (40).

#### **Stálobarevnost s ohledem na zapouštění**

Při praní vzorku obarvené textilie současně se vzorkem téže bílé textilie dochází k zapouštění barviva na bílou textilií.

#### **Šedá stupnice pro posouzení zapouštění**

Stupeň stálosti 5 je na stupnici znázorněn dvěma bílými proužky, které mají činitele světelného odrazu alespoň 85 %. Stupně stálosti od 4 do 1 jsou znázorněny čtyřmi dvojicemi proužků, z nichž každá se skládá z bílého proužku bělosti stanovené pro stupeň stálosti 5 a z proužků v neutrální šedé barvě, přičemž hodnoty okem pozorovatelných rozdílů u jednotlivých dvojic tvoří geometrickou řadu. Tyto rozdíly jsou opět vyjádřeny pomocí vztahu Adams-Nickerson v jednotkách AN (40).

### **2.5.1 Zkoušky stálobarevnosti – Stálobarevnost ve vodě**

Tato norma je českou verzí evropské normy EN ISO 105-E01:1996. Evropská norma EN ISO 105-E01:1996 má status české technické normy.

Tato část ISO 105 popisuje zkušební postup pro zjišťování odolnosti barvy textilií všech druhů a všech forem zpracování při ponoření do vody.

#### **1, Podstata zkoušky**

Zkušební vzorek textilního materiálu společně s jednou nebo dvěma stanovovanými doprovodnými tkaninami se ponoří do vody, přebytečná voda se odstraní, a vloží se mezi dvě destičky zkušebního zařízení při stanoveném tlaku a teplotě. Zkušební vzorek a doprovodné tkaniny se usuší. Změna odstínu zkušební vzorku a zapouštění se ohodnotí porovnáním se šedými stupnicemi.

## 2, Přístroje, materiály a činidla

- a) Zkušební zařízení sestávající z nosiče ve tvaru rámu z korozivzdorné oceli, do které je vsazené závaží 5 kg o základně 60×115 mm, takže na sdružený vzorek 40×100 mm, vložený mezi destičky ze skla nebo akrylátové pryskyřice přibližně 60×115×1,5 mm, působí tlak 12,5 kPa. Konstrukčně musí být zabezpečeno, aby zůstal tlak zachován, musí-li se během zkoušky závaží odstranit.

Sušárna nastavitelná na teplotu  $37 \pm 2$  °C. Voda kvality 3. Mezinárodní organizace pro standardizaci specifikovala vodu podle laboratorního použití ISO 3696. Kvalita vody 3 má tyto parametry: pH při 25 °C v rozsahu 5–7, elektrickou vodivost max. 2 mS. Voda kterou jsme používali měla průměrnou hodnotu pH 5,51 a elektrickou vodivost 1,95 mS.

- b) Doprovodné tkaniny

Dvě jednovlákněné doprovodné tkaniny odpovídající částem F01 až F08 podle ISO 105-F:1985. První doprovodná tkanina musí být ze stejného materiálu jako zkušební vzorek. Druhá doprovodná tkanina se určí podle tabulky (Tab. 2).

Tab. 2 Jednovlákněné doprovodné tkaniny

První doprovodná tkanina	Druhá doprovodná tkanina
<b>bavlna</b>	<b>vlna</b>
vlna	bavlna
hedvábí	bavlna
len	vlna
viskóza	vlna
acetát nebo triacetát	viskóza
polyamid	vlna nebo bavlna
polyester	vlna nebo bavlna
polyakryl	vlna nebo bavlna

## 3, Zkušební vzorek

Z plošných textilií se odebere zkušební vzorek 40×100 mm a vloží se mezi dvě jednovlákněné doprovodné tkaniny a sešije se na jedné kratší straně ve sdružený vzorek.

## 4, Postup zkoušky

Každý sdružený vzorek se plně smočí v samostatné nádobě, ponořený ve kvalitě vody 3, při teplotě místnosti. Potom se sdružené vzorky jednotlivě vloží mezi dvě destičky ze skla nebo akrylátové pryskyřice a umístí se do zkušebního zařízení předeřhátého na zkušební teplotu, pod tlakem 12,5 kPa.

Zkušební zařízení se vzorkem se sdruženým vzorkem se vloží do sušárny na 4 hodiny při teplotě  $37 \pm 2$  °C.

Sdružený vzorek se rozevře. Potom se usuší zavěšené na vzduchu a zapouštění do doprovodných tkanin se ohodnotí porovnáním se šedými stupnicemi. A to **šedou stupnicí pro posouzení změny odstínu** a **šedou stupnicí pro posouzení zapouštění**.

### 2.5.2 Zkouška stálosti vybarvení při otěru

Smyslem zkoušky je zjištění stupně zabarvení (zašpinění) textilu, který se otírá o zkoušený vzorek. Zkouška za sucha se provádí na přístroji Kovostav, případně podobném zařízení poskytujícím shodné výsledky. Vzorek se otírá během 10 vteřin bavlněnou doprovodnou tkaninou 10krát sem a tam. Průměr palce je 15 mm, tlak palce  $47,1 \pm 2,94$  kPa ( $480 \pm 30$  g/cm<sup>2</sup>). Hodnotí se zapouštění na doprovodné tkanině za sucha a za mokra.

Zkouška za mokra se provádí stejným způsobem, pracuje se však s vlhkou doprovodnou tkaninou. Hodnotí se zapouštění do doprovodné tkaniny po jejím usušení.

### **2.5.3 Zkouška stálostí vybarvení v praní**

ČSN 80 0146. Původní tři ruční testy (40 °C, 60 °C, 95 °C) byly podvýborem ISO nahrazeny pěti mechanickými testy, které skýtají možnost výběru zkoušky s požadovanou gradací.

### **2.5.4 Zkouška stálostí vybarvení na denním světle**

Smyslem zkoušky je posouzení účinku slunečního záření na stálost vybarvení textilií.

### **2.5.5 Zkouška stálostí vybarvení na světle umělém**

Smysl zkoušky je stejný jako u zkoušky na denním světle. Posuzuje se účinek slunečního záření na změnu odstínu vybarvení textilie. Pro urychlení zkoušky se používá přístroj XENOTEST, kde denní světlo je nahrazeno zářením Xenonové výbojky (ČSN 80 0150), které je velmi blízké spektru denního osvětlení. Změna odstínu (vyblednutí) působením světla se hodnotí subjektivně pomocí standardů uspořádaných v sytosti 1–8 do tzv. modré stupnice. Standard č. 1 značí nejmenší stálost, standard č. 8 nejvyšší stálost na světle, prakticky beze změny odstínu.

### **2.5.6 Zkouška stálostí vybarvení při žehlení**

ČSN 80 0138. Tlak na vzorek při žehlení je 30 g/cm<sup>2</sup>. Doba žehlení je 15 vteřin. Teploty jsou odstupňovány podle zkoušeného typu materiálu.

Hodnotí se změna odstínu jednak ihned po žehlení, jednak znovu po 4 hodinách včetně zapouštění na doprovodných tkaninách.

### **2.5.7 Zkouška stálostí vybarvení v potu**

Jednalo se o normu s prozatímní platností. Nevýhodou této metody je skutečnost, že zkušební roztok neobsahuje žádnou z organických látek, které jsou obsaženy v lidském potu. Proto přijat podvýbor ISO doporučení na poněkud odlišný zkušební postup, který je předmětem následující normy.

### **2.5.8 Zkouška stálostí vybarvení v potu s histidinhydrochloridem**

ČSN 80 0165. Z každé zkoušené textilie se připraví dva sdružené vzorky, z nichž jeden se zkouší v alkalickém, druhý v kyselém roztoku.

Hodnotí se změna odstínu a zapouštění na doprovodných tkaninách.

## **2.6 Popis barevného prostoru**

Vybarvení textilie se zpravidla provádí podle předlohy či požadavků odběratele. Porovnání barevného odstínu s předlohou je možné provádět očima pracovníka nebo pomocí přístrojové techniky.

### **2.6.1 Subjektivní hodnocení barevnosti**

Barvír porovnává vzorek vybarvené textilie s předlohou a svá pozorování vyjadřuje slovně. Subjektivní hodnocení barevnosti vyžaduje značné zkušenosti a je závislé na citlivosti očí a zkušenosti pozorovatele. Často dochází ke sporům v posuzování barevného odstínu. Proto se nahrazuje objektivním hodnocením barevnosti.

### **2.6.2 Objektivní hodnocení barevnosti**

Touto metodou lze přesně, tj. nezávisle na osobě pozorovatele, hodnotit barevnost textilie ve všech znacích: barevný odstín, sytost a jas vybarvení.

**Barevný odstín** (dříve tón)  $h$  – je vlastnost chromatické barvy<sup>ii</sup>, podle níž ji můžeme přirovnat k některé ze spektrálních barev. Pojmem barevný tón můžeme charakterizovat i složené barvy, přestože ve spektru obsahují několik druhů monochromatického záření<sup>iii</sup>. Složenou barvu vnímá oko jako určitý a jednotný impuls, tedy jako barvu červenou, zelenou atd. Proto je možné z hlediska barevnosti srovnávat složené barvy s monochromatickými a přesně je definovat vlnovou délkou.

**Měrná čistota** (dříve sytost)  $C$  – vyjadřuje relativní podíl intenzity světla v dané oblasti spektra proti celkové intenzitě. Největší čistotu mají spektrální monochromatické barvy, jejichž čistota se považuje za 100 %.

**Měrná světlost** (dříve jas)  $L$  – vyjadřuje svítivost plochy světelného zdroje a průmětu této plochy do roviny kolmé k ose, na které je měrná světlost měřena. Jednotkou je kandela na čtverečný metr. (Kandela je jednotka svítivosti, která udává svítivost  $1/600\,000\text{ m}^2$  povrchu absolutně černého tělesa ve směru kolmém k tomuto povrchu při teplotě tuhnutí platiny (2 042 K) za tlaku (101,325 kPa). V kolorimetrické praxi se však setkáváme s relativním vyjadřováním jasu od 0–100 %. Těmito třemi hodnotami lze charakterizovat z hlediska zrakového vjemu chromatickou barvu.

V roce 1931 CIE schválila 5 doporučení, která položila základ moderní kolorimetrie. Byly specifikovány a doporučeny:

- standardní zdroje světla A, B, C
- podmínky osvětlování a pozorování
- etalony činitele odrazu
- CIE 1931 standardní pozorovatel ( $2^\circ$ ) definovaný  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$
- soustava trichromatických složek X, Y, Z a barevný prostor X, Y, Z.

Tato doporučení se mění a postupným získáváním dalších upřesňujících poznatků o vnímání barev se během doby doplňují. Tak například v roce 1964 byl CIE přijat **doplňkový ( $10^\circ$ ) standardní pozorovatel**, zdroj světla D a v roce 1976 jednotný barevnostní prostor známý jako CIE Lab<sup>10</sup>.

Barva pomocí CIE je tedy vyjadřována jednoznačně číselně třemi tzv. trichromatickými složkami X, Y, Z. Zjednodušeně lze považovat:

- X za míru obsahu červené barvy;
- Y za míru obsahu zelené barvy;
- Z za míru obsahu modré barvy.

Trichromatické složky X, Y, Z tvoří pravoúhelníkový prostorový útvar a libovolná barva je jednoznačně určena bodem v tomto prostoru.

Pro větší názornost se zjednodušuje toto prostorové vyjádření průmětem trichromatických složek do roviny xy. Tím se získá plošný diagram reálných barev, ve kterém je odstín a sytost barvy jednoznačně určena tzv. trichromatickými souřadnicemi x, y, z; platí pro ně vztah:

$$x + y + z = 1 \quad (6)$$

I u trichromatických souřadnic lze zjednodušeně považovat x jako relativní podíl červeně, y jako relativní podíl zeleně a z jako relativní podíl modře.

Hodnoty trichromatických souřadnic x, y, z se vypočtou z trichromatických složek X, Y, Z podle vztahu:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}; \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}. \quad (7)$$

Takto získanému dvojrozměrnému prostorovému diagramu s osami x, y říkáme **CIE x, y-diagram chromatičnosti**. Základnu útvaru tvoří řada purpurových barev, které vznikají mísením červené

<sup>ii</sup> chromatická barva - barva, která je charakterizovaná spektrálním průběhem přes více vlnových délek

<sup>iii</sup> monochromatické záření - záření jedné vlnové délky



a fialové barvy a ve spektrum se nevyskytují. Barvy viditelného spektra (o vlnových délkách od 380 do 760 nm) jsou rozloženy po obvodu a představují nejsytější reálné barvy.

**Bod C** se souřadnicemi  $x = 0,333$  a  $y = 0,333$  se nazývá **bod nepestrosti**. Odpovídá barvě odrážející světlo všech vlnových délek a tedy bělí, šedi až černi podle měrné světlosti (tj. osvětlení) vzorku. Mezi bodem nepestrosti C a obvodem plošného diagramu (čistými spektrálními barvami) leží všechny na světle existující barvy, neboť vznikají mísením čisté bílé (šedé nebo černé) se spektrálně čistou barvou. Čím je podíl spektrální barvy ve směsi větší, tím je odstín reálné barvy sytější.

Při objektivním hodnocení barevnosti se lidské oko nahrazuje přístrojem, nazývaným spektrofotometr. Tímto přístrojem se měří odražené světlo od vzorku barevné textilie v celém rozsahu viditelného spektra (od 380 do 760 nm). Tak se získávají tzv. remisní křivky základních trichromatických barev. Remisní křivky udávají tedy stupeň odrazivosti v celé oblasti viditelného spektra. Jako standard 100%-ní odrazivosti se používá ploška z chemicky čistého oxidu hořečnatého MgO nebo síranu barnatého BaSO<sub>4</sub>. Druhý etalon je černá podložka s 0 % remisí.

Remise: povrch textilie odráží část spektra viditelného světla. Remise se udává v % (0–100 %). Černá barva pohltí 100 % světla a remise je 0 %, zatímco bílá barva 100 % světla odrazí a remise je 100 %.

Pro spektrofotometrická měření je nutné znát jednotný zdroj osvětlování. Aby se zamezilo používání nepřehledného množství různých zdrojů, definovala CIE čtyři zdroje světla A, B, C, D.

- normalizovaný zdroj světla A odpovídá umělému žárovkovému osvětlení. Teplota chromatičnosti<sup>iv</sup>  $T_c = 2\,856$  K.
- normalizovaný zdroj světla B odpovídá střednímu dennímu světlu s převládající složkou přímého slunečního světla s ekvivalentní teplotou chromatičnosti  $T_{CE} = 4\,876$  K.
- normalizovaný zdroj světla C odpovídá průměrnému dennímu světlu (bez přímého slunečního světla) s ekvivalentní teplotou chromatičnosti  $T_{CE} = 6\,774$  K. Druhy světél B a C jsou postupně nahrazovány světlem obecně označovaným D a D65.
- normalizovaný zdroj světla D odpovídá svým spektrálním složením průměrnému dennímu světlu, jeho spektrálním složením je popsáno matematickými vztahy a je možno jej definovat pro libovolnou ekvivalentní teplotu chromatičnosti v rozmezí 4 000 K až 25 000 K.

Přednostně se užívá světla D65 s ekvivalentní teplotou chromatičnosti  $T_{CE} = 6\,504$  K. Nejlepším napodobením světla D65 je světlo xenonové výbojky, z něhož se vhodným filtrem odstraní nadbytek UV-záření.

Hodnoty trichromatických činitelů byly stanoveny pro přesně foveální vidění, tj. vnímání barev pouze žlutou skvrnou oka, která obsahuje pouze čípky a platí pouze tehdy, zaujímá-li zorné pole úhel 1,5° až max. 4°. Standardně 2°, odtud se takto získané hodnoty trichromatických činitelů označují jako **2°** nebo **normální pozorovatel**.

V praxi však záření vzbuzující barevný vjem proniká do oka pod větším pozorovacím úhlem. Proto byl v roce 1964 CIE definován **10°** neboli **doplňkový pozorovatel** pro pozorování pod větším zorným úhlem, tedy i místy sítnice, kde se na výsledném barveném vjemu podílejí kromě čípků<sup>v</sup> i tyčinky<sup>vi</sup>. Díky tomu jsou hodnoty  $\bar{x}_{10}(\lambda)$ ,  $\bar{y}_{10}(\lambda)$ ,  $\bar{z}_{10}(\lambda)$  u 10° pozorovatele posunuty k nižším vlnovým délkám a nabývají vyšších hodnot než  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$ .

Později měření ukázala, že hodnoty trichromatických činitelů  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  získané transformací ze systému RGB, neodpovídají přesně skutečnosti, a proto byly prohlášeny za standardy a dále se způsob jejich získání nezdůrazňuje.

---

<sup>iv</sup> teplota chromatičnosti světelného zdroje odpovídá teplotě absolutně černého tělesa – Planckova zářiče, při které má tepelný zdroj záření shodný spektrální průběh záření jako Planckovský zářič

<sup>v</sup> čípky - receptory pro barevné vidění

<sup>vi</sup> tyčinky - receptory pro černobílé vidění

Na celkovém zrakovém vjemu se podílejí spektrální distribuce energie zdroje světla  $E(\lambda)$ , fyzikální charakteristika odrazivosti barevného povrchu – remise vzorku  $R(\lambda)$  a spektrální citlivost lidského oka, která je pro objektivní popis barvy charakterizována hodnotami trichromatických činitelů  $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ . Máme-li takto definovány vlivy zdroje světla, remise a pozorovatele, můžeme také vyjádřit každou barvu povrchu pomocí tří čísel – trichromatických složek  $X, Y, Z$ .

Hodnoty trichromatických složek jsou definovány jako:

$$X = k \int_{\lambda} E(\lambda) R(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \quad (8)$$

$$Y = k \int_{\lambda} E(\lambda) R(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad (9)$$

$$Z = k \int_{\lambda} E(\lambda) R(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad (10)$$

Integrace je provedena přes vlnové délky  $\lambda$  viditelného spektra.

Vektor každé barvy protíná jednotkovou rovinu, a tedy i plochu reálných barev v CIE diagramu v jednom bodě. Tento bod charakterizuje barevnost (chromatičnost) každé barvy. Je třeba však neztratit ze zřetele, že barva je trojrozměrnou veličinou a popis barvy předmětu trichromatickými souřadnicemi  $x, y$ , případně bodem v plošném CIE diagramu nemůže postačovat. **K úplné charakterizaci barvy patří další údaj, a sice hodnota  $Y$** , která udává měrnou světlost (dříve jas). Označení tohoto barevného prostoru v literatuře je  $xyY$ .

## CIE LAB

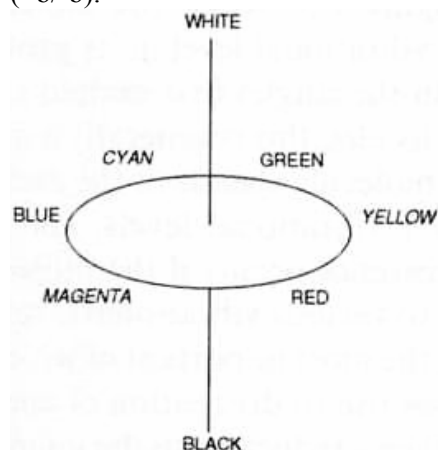
Základní transformační rovnice tohoto systému pro pravoúhle souřadnice jsou dány vztahy:

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \quad (11)$$

$$a^* = 500 \left[ (X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \right] \quad (12)$$

$$b^* = 200 \left[ (Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3} \right] \quad (13)$$

$X, Y, Z$  jsou trichromatické hodnoty vzorku,  $X_0, Y_0, Z_0$  jsou trichromatické hodnoty normalizovaného světla použitého pro výpočet (např. D65) upravené tak, aby pro dokonale difúzně rozptylující povrch byla  $Y_0 = 100,00$ . Hodnoty  $a, b$  jsou mírou červené a zelené barvy (+a/-a), mírou žluté a modré barvy (+b/-b).



**Obr. 8** Barevný prostor Cie LAB<sup>11</sup>

Celková barevná diference, někdy také označovaná jako totální barevná diference  $\Delta E^*$ , se vypočte podle následující rovnice:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (14)$$

Jak již bylo řečeno  $\Delta E^*$  je mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou (standardem) a vzorkem, nemůže však indikovat povahu této diference. Tuto dodatečnou informaci poskytuje

rozdělení  $\Delta E^*$  do tří složek, které můžeme v CIE LAB prostoru vyjadřovat dvěma způsoby. Bud' pomocí pravoúhlých souřadnic (CIE LAB):

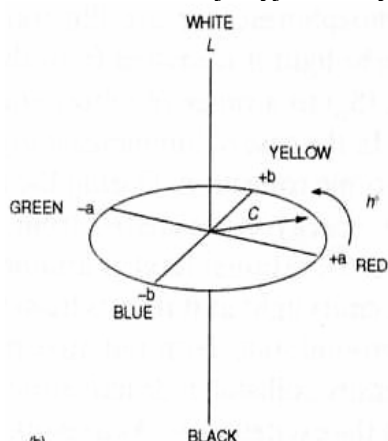
$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}}, \quad (15)$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{vzorku}} - a^*_{\text{předlohy}}, \quad (16)$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{vzorku}} - b^*_{\text{předlohy}}, \quad (17)$$

kde  $\Delta L^*$  je jasová odchylka.  $\Delta a^*$  a  $\Delta b^*$  znázorňují rozdíly pozic v  $a^*b^*$  diagramu.

Druhou možností je vyjadřovaných diferencí v cylindrických souřadnicích (CIE LCh):



**Obr. 9** Barevný prostor CIE LCh

Hodnota  $L$  nám říká, jestli je barva vzorku světlejší ( $+\Delta L$ ) nebo tmavší ( $-\Delta L$ ). Hodnota  $C$  nám udává, jestli je barva vzorku čistší ( $+\Delta C$ ) nebo kalnější ( $-\Delta C$ ). V barevném prostoru  $L^*C^*h$  je  $h$  označováno v současnosti jako měrný úhel barevného tónu.

$$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}},$$

$$\Delta C^* = C^*_{\text{vzorku}} - C^*_{\text{předlohy}}, \quad (18)$$

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 + (\Delta C^*)^2 + (\Delta L^*)^2}, \quad (19)$$

kde  $\Delta C^*$  je odchylka v měrné čistotě,  $\Delta H^*$  je odstínová odchylka.

Rovnice charakterizující odstínovou odchylku byla zvolena proto, aby jednotky ve kterých je odchylka udávána byly shodné s jednotkami  $\Delta E^*$ .

Protože řešení rovnice nemůže indikovat, zda je  $\Delta H^* +$  nebo  $-$ , určuje se znaménko odchylky posouzením vzájemného postavení vzorku vůči předloze. Jestli vzorek leží proti směru hodinových ručiček od předlohy je odstínovaná odchylka  $+\Delta H^*$ , jestli vzorek leží po směru hodinových ručiček od předlohy je odstínová odchylka označována jako  $-\Delta H^*$ .

### Barevné difference

Hlavní nevýhoda CIE systému, kromě malé názornosti, spočívá v jeho nerovnoměrném odstupňování. To znamená, že vizuálně stejné vnímané barevné rozdíly, jsou v tomto systému znázorněny různě velkými vzdálenostmi. Pokud bychom měli k dispozici ideální barevný prostor, pak by tyto vzdálenosti byly pro jakýkoliv pár vybarvení stejné. Všechny barvy, které vykazují určitou odchylku od standardní barvy, představují v takovém barevném prostoru množinu bodů tvořící vnitřek koule. Ve středu této koule leží barva standardu, její poloměr je vzdálenost standardu od bodu barvy, který představuje hranici barevné odchylky. Všechny odstíny, které leží uvnitř této koule, jsou tedy **přijatelné – PASS**. Odstíny, které leží mimo tuto kouli, jsou **nepřijatelné – FAIL**. Změníme-li velikost poloměru této koule, zvětšíme nebo zmenšíme toleranční mez pro posudek, zda je získané vybarvení uvnitř těchto mezí ve shodě nebo s předlohou, resp. barevná odchylka je v přijatelných mezích, nebo že je vně této koule a je tudíž nutné vzorek dále upravit (dobarvit apod.). Posudky

PASS/FAIL (přijatelné/nepřijatelné) jsou každodenní součástí provozovací praxe a je nutno jim věnovat obzvláštní pozornost.

Ideální barevný prostor představuje trojrozměrná množina bodů, v níž každý bod reprezentuje určitou barvu. Body jsou uspořádány tak, aby délka úseku mezi nimi byla úměrná vizuálně vnímané diferenci mezi barvami, kterým body odpovídají. Tyto požadavky CIE barevného prostoru XYZ nesplňuje.

Ideální barevný prostor umožňuje jednoduché vyjádření vzdálenosti dvou bodů reprezentující pár vybarvení předloha–vzorek (vzdálenost představuje barevnou diferenci). V současnosti jsou obecně používané dva typy barevných prostorů CIE LAB a CIE LCH. Jejich popis umožňuje správné zařazení barevného vzorku v barevném prostoru podle konkrétních standardních veličin.

**Kubelka-Munkova závislost** je základním vztahem pro popis remise<sup>3</sup>.

Máme nekonečnou vrstvu textilie na kterou dopadá světlo. Světlo se částečně rozptýlí a částečně pohltí. Rozptýlení světla je charakterizováno rozptylovým koeficientem  $S$ . Absorpční vlastnosti vrstvy vzorku (daného poloprostoru) jsou vyjádřeny absorpčním koeficientem  $K$ . Po výpočtu bilance absorbovaného a remitovaného světla získáme Kubelka-Munkovu závislost.

Podíl  $K/S$  je funkcí vlnové délky stejně jako hodnota remise (reflektance)  $R$ . Parametr  $K/S$  je lineárně závislý na koncentraci barviva ve vláknech.

Kubelka-Munkova funkce:

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - \beta)^2}{2\beta} \quad (20)$$

$K$  – absorpční koeficient (je funkcí barviva) [-]

$S$  – rozptylový koeficient (je funkcí substrátu) [-]

$\beta$  – reflektanční stupeň [-]

$$\beta = \frac{R_\lambda \cdot [\%]}{100} \quad (21)$$

$R_\lambda$  – reflektance při vlnové délce  $\lambda$

[%] – koncentrace barviva ve vláknech [ $\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ]

Dále platí:

$$\frac{K}{S} = C \cdot k \quad (22)$$

$C$  – koncentrace barviva ve vláknech [ $\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ]

$k$  – experimentálně zjištěná konstanta [ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ]

## 2.7 Literární studie

Při barvení bavlny reaktivními barvivy se spotřebuje jednak velké množství elektrolytu, dále velké množství energie a velké množství vody. Po barvicím procesu jsou odpadní vody znečištěny barvivem, která se při barvení nespotřebovala a také produkty hydrolyzy barviva. Kromě barvení produkují odpad a odpadní vodu také další operace jako je odšlichtování, mercerace, bělení, konečné úpravy a tisk.

V literatuře byly nalezeny studie o barvení bavlny různými typy reaktivních barviv. Práce se zaměřují na reaktivitu barviv, na stálostí vybarvení, dále na charakterizaci hydrolyzačních produktů barviv v odpadních vodách. Další práce se soustřeďují na odstraňování zbytků barviv v odpadních vodách. Některé výzkumné práce se zabývají použitím různých pracích prostředků a jejich účinností.

Většina současných prací se zaměřuje na možnosti, jak redukovat znečištění odpadních vod, ať už použitím nových méně znečišťujících technologií barvení a předúprav nebo efektivním zacházením z odpadními vodami. Nejvíce se však zaměřují na studium nových účinných metod na čištění odpadních vod.

K odbourávání barviva v odpadních vodách se používají různé metody, které využívají například biosorbentů<sup>12</sup>, ultrazvuku v kombinaci s adsorpcí na aktivní uhlí<sup>13</sup>, nebo sorpcí na rýžové slupky upravené použitím etylendiaminu<sup>14</sup>, dále použitím různých bakterií např. *Pseudomonas* sp.<sup>15</sup>, či elektrochemickou degradací pomocí železných elektrod v roztoku elektrolytu NaCl<sup>16</sup>, ale i užitím jiných elektrod. Dále může být použit ionex, který slouží jako membrána, která se použije ke sledování adsorpce a desorpce barviv např. Cibacron red 3BA, Cibacron blue 3GA<sup>17</sup> atd.

Zajímavá práce byla *Kannan a kol.* kteří provedli před vlastním barvením kationizaci jako předúpravu bavlny. Jako kationizační prostředek sloužil Cibafix WFF. V práci použili vinylsulfonová barviva např. Corozol Blue HR, Procion Red M5B, Ciba Yellow-3G. Barvení bylo provedeno až po kationizaci vláken bavlny a sice bez použití elektrolytu a alkálie, při 60 °C. Dále provedli kontrolní barvení obvyklým způsobem s elektrolytem i alkálií, z důvodu možnosti srovnání. Byly měněny podmínky v procesu předúpravy a to koncentrace prostředku Cibafix WFF, teplota a koncentrace uhličitanu sodného (sody). Nakonec byl navržen optimální postup kationizace na základě zjištěných parametrů síly barvy (K/S) a celkové spotřeby barviva (T %). Bylo zjištěno, že účinnost kationizace ovlivňuje více teplota, než koncentrace přidávaných prostředků. Oba způsoby barvení pak byly porovnány z hlediska množství elektrolytu, alkálie, množství odpadních vod, ekonomiky barvení a předúpravy a také ekonomiky čištění odpadních vod. Bylo zjištěno, že barvení včetně předúpravy produkovalo odpadní vody méně znečištěné nepřekračující limity stanovené kontrolním úřadem a proto byl tedy tento nový způsob ekonomicky výhodnější. Při posuzování stálostí takto upravené bavlny nebyly zjištěny značné rozdíly od stálostí vzorků barvených obvyklým způsobem, což opět potvrzuje výhodnost tohoto nového postupu. Při použití tohoto postupu mohly být použity následně menší objemy barvicích lázní, což snižuje náklady firem na čištění odpadních vod<sup>18</sup>.

*B. Ramesh Babu a kol.* se soustředili ve své práci na diskuzi o produktech odpadů z textilních procesů, které zatěžují životní prostředí. Nejvíce se zaměřili na procesy barvení a tisku, a to hlavně proto, že odpadní vody z těchto procesů obsahují nejen chemikálie, ale i značné množství barviva. Odpadní vodu je tedy nutné před uvolněním zpět do životního prostředí dobře vyčistit. Za tímto účelem byly stanoveny přísné ekologické normy týkající se obsahu barviva v průmyslových odpadních vodách. Další součástí této práce je seznámení se s novými i běžnými metodami sloužícími k čištění odpadních vod. Jedná se zvláště o biologické čištění, adsorpci na aktivním uhlí, odbourávání ozónem, elektrochemické zpracování, kde se používá železných elektrod a různé druhy membránových technik (obrácená osmóza, nanofiltrace, ultrafiltrace, mikrofiltrace)<sup>19</sup>.

Práce *E. P. Akcakoca a kolektivu* byla zaměřena na hodnocení účinnosti různých anionaktivních a neionogenních pracích prostředků, které měly za úkol odstranit hydrolyzované reaktivního barvivo C.I. Reactive Blue 21. Zhydrolyzované barvivo bylo nanášeno na bělenou bavlněnou tkaninu a usušeno a tím byl připraven zkušební materiál. Vzorky byly vyprané při 95 °C s různými pracími prostředky při různých koncentracích, časech úpravy a poměrech lázně. Účinnost odstranění hydrolyzátu barviva byla určena spektrofotometricky. Bylo zjištěno, že lepší prací schopnost měly neionogenní prací prostředky a že délka lázně má největší vliv na účinnost odstranění hydrolyzovaného reaktivního barviva<sup>20</sup>.

V práci *V. Kamyli a kol.* bylo zjištěno, že při barvení bavlny triazinovými barvivy (např. Procion Red P-4BN, Procion Red MX-2B) může dojít k problému s reaktivitou barviva. Pokud má barvivo poměrně nízkou reaktivitu nelze odstín vybarvení ovlivnit zvýšením množství elektrolytu ani zvýšením teploty<sup>21</sup>.

*Sachin B. Nayar and Harold S. Freeman* použili k charakterizaci hydrolyzačních produktů barviv, které zůstávali po barvení dvě metody hmotnostní spektroskopie elektrosprej

(ES = Electrospray) a ionizace ostřelováním vzorku rychlými atomy (FAB = Fast Atom Bombardment). Bylo zjištěno, že ES metoda je výhodnější a přesnější než FAB ionizační metoda a umožňuje určit struktury produktů o vyšší relativní molekulové hmotnosti<sup>22</sup>. Podobné studii se věnovali W. J. Epolito a kolektiv, když použili spektrofotometrii na sledování a určení koncentrace barviv v barvicí lázni a dále vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC) a hmotnostní spektroskopii podporovanou ionizací sprejem za účasti matrice (MALDI = matrix-assisted laser desorption ionization) na určení koncentrace zbytků barviv. Součástí práce bylo také studování vlivu soli a alkálie při koncentracích běžně používaných při reaktivním barvení na absorpční spektrum barviva<sup>23</sup>.

Zajímavá práce je také *Nahed S.E. Ahmed*, který použil organickou sůl (sodium edate = sodná sůl ethylendiamintetraoctové kyseliny) při barvení reaktivními barvivy místo elektrolytu (anorganické soli–síranu sodného) a to bez použití alkálie. Použili k barvení barviva C.I. Reactive Blue 19, C.I. Reactive Black 5 a další. Bylo provedeno barvení bavlněných tkanin reaktivními barvivy v přítomnosti organické soli i síranu sodného z důvodu možnosti porovnání získaných výsledků. Studovány byly i faktory ovlivňující schopnost barvení jako koncentrace soli, koncentrace alkálie, použití smíšeného elektrolytu, čas barvení a teplota. Síla barvy (K/S) a výsledné stálosti vybarvené tkaniny byly při použití obou metod srovnatelné<sup>24</sup>.

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Použité materiály, zařízení a metody

Tkanina – 100%-ní bavlna, bělená ve stavu před barvením, Domestino S, výrobce Slezan, Frýdek Místek. Plošná hmotnost tkaniny je 157 (g/m<sup>2</sup>). Hmotnost vzorku 5 g.

Barvivo – Bezaktiv rot S–B, výrobce Bezema.

Elektrolyty – chlorid sodný (p.a.), síran sodný dekahydrát (p.a.) výrobce PENTAN (Chrudim)

Alkálie – uhličitan sodný výrobce PENTAN (Chrudim)

Ustalovací roztoky – REWIN ACP, REWIN EL výrobce BEZEMA (Švýcarsko).

Zařízení na barvení – Ahiba Turbomat

Digitální teploměr – GRYF 310.

Sušárna – ECOCELL BMT.

Analytické váhy – SCALTEC, max. 150 g, d = 0,001 g.

pH metr-konduktometr – HANNA (dvoubodová kalibrace, pH = 4–7).

Spektrofotometr Varian Cary Probe 50, plastové PS kyvety

Deionizovaná voda o vodivosti 1,95 mS.

Přístroj na provádění ořezů – STAININGTESTER Hungary

Datacolor INTERNATIONAL DC 3890, program na zpracování dat DataMaster pod Windows 98.

Kontroly odstínu pod nabídkou Quality control byly provedeny při úhlu pozorování 10° a standardním osvětlení D65. Změny odstínu byly hodnoceny podle šedé stupnice v prohlížečící komoře při standardním osvětlení D65.

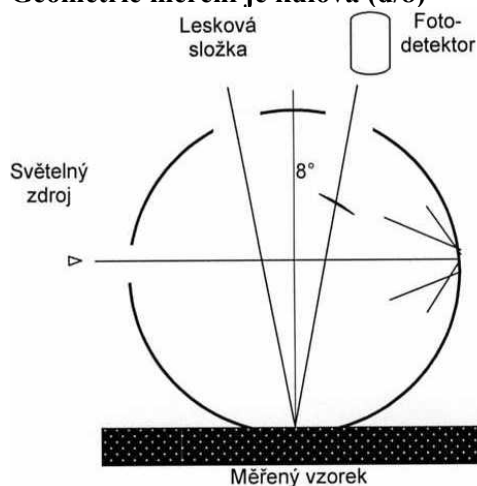
##### 3.1.1 Datacolor INTERNATIONAL DC 3890

Remisní spektrofotometr Datacolor DC 3890 je zařízení sloužící pro objektivní hodnocení barevnosti a zvláště pro měření remise. Detekce remise je založena na odrazu záření od měřeného vzorku v 8 stupních od osy kolmé k povrchu vzorku. Zařízení Datacolor obsahuje dvě Xe-lampy<sup>25</sup>.



**Obr. 10** Zařízení Datacolor International 3890

### Geometrie měření je kulová (d/8)



**Obr. 11** Kulová geometrie

Vyhodnocení dat pro různá osvětlení:

- D65/10 standardní osvětlení, denní světlo
- A/10 žárovkové osvětlení
- F11/10 zářivkové osvětlení

Pro kalibraci Datacoloru slouží:

- bílá podložka  $R = 100 \%$  (standard)
- černá podložka  $R = 0 \%$  (standard)

### 3.1.2 Spektrofotometr Varian Cary Probe 50

Podstatou ultrafialové a viditelné spektroskopie je absorpce ultrafialového ( $\sim 200$  až  $400$  nm) a viditelného záření ( $400$  až  $800$  nm) molekulami ve zředěných roztocích. Při absorpci dochází k excitaci valenčních elektronů. Měření zářivého toku neboli fotometrie je společnou podstatou přístroje.

Absorbance je definována vztahem

$$A = \log \frac{\phi_0}{\phi} = -\log T \quad (23)$$

kde  $\phi$  je prošlý zářivý tok a  $\phi_0$  je dopadající zářivý tok.

Platí zde **Lambert Beerův zákon**:

Podle něhož je úbytek intenzity světla úměrný tloušťce absorbující vrstvy  $l$ . Beer ukázal, že v transparentních rozpouštědlech je absorpční koeficient lineární funkcí koncentrace rozpuštěné látky, což umožnilo formulaci Lambertova-Beerova zákona ve tvaru

$$A = \varepsilon_{\lambda} \cdot c \cdot l \quad (24)$$

kde  $\varepsilon_{\lambda}$  je molární absorpční koeficient [ $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ],  $c$  je koncentrace absorbující látky [ $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ] a  $l$  je tloušťka absorbující vrstvy [cm].



**Obr. 12** Spektrofotometr Varian Cary Probe 50

Během absorpce ultrafialového a viditelného záření dochází k excitaci valenčních elektronů. Měří se zářivý tok prošlý kyvetou se vzorkem, který je snížený o odražené, rozptýlené a absorbované záření. Spektrofotometr Varian Cary 50 používá dva světelné toky, které pracují s modulovaným tj. přerušovaným světelným tokem, takže na detektoru vzniká pulzující fotoelektrický proud, který se zesiluje. Monochromatický již modulovaný svazek se dělí v optickém děliči do měrné (paprsek prochází vzorkem) a referenční větve (paprsek prochází mimo vzorek) a oba svazky dopadají na detektory, kde jsou nezávisle měřeny. Signály detektorů jsou dále zpracovány. Vliv rozpouštědla je eliminován tím, že po změření blanku a uložení dat, je výsledné spektrum odečtené. Pro měření UV-VIS spekter byl použit program Scanwin<sup>26</sup>.

Parametry přístroje: přesnost  $\pm 1$  nm, šířka štěrbin 1,5 nm, vlnový rozsah 190-1100 nm

Spektrofotometr má tedy tyto části:

- zdroj světla (xenonová výbojka)
- monochromátor (disperzní systém)
- kyvetový prostor
- fotoelektrický detektor (fotonásobiče)
- vyhodnocovací zařízení

### 3.1.3 Použité ustalovací roztoky

#### REWIN ACP

Charakteristika – kationaktivní přídatný ochranný prostředek<sup>7</sup>.

Chem. složení – polyamoniová sloučenina

Hodnota pH 10 % roztoku je 5–6.

REWIN ACP je stabilní do 40 °C.

REWIN ACP zlepšuje stálosti v praní a stálosti za mokra při barvení a tisku s reaktivními a přímými barvivy na přírodní a regenerovaná celulózová vlákna. Dodatečnou úpravou s REWIN ACP dosáhneme všeobecných velmi dobrých kontaktních stálostí. Vybarvené vzorky se ustalují po oplachu vodou při 20–40 °C s 2–3 % REWIN ACP po dobu 20–30 min při pH 5–7.



## REWIN EL

Charakteristika – kationaktivní přídavný ochranný prostředek

Chem. složení – kondenzační produkty

Hodnota pH 10 % roztoku je 6.

REWIN EL je typově s obsahem formaldehydu. REWIN EL zvyšuje především stálosti za mokra při barvení a tisku s přímými, reaktivními a sirnými barvivy na přírodní a regenerovaná celulózo- vlákna, rovněž i na polovlnu. REWIN EL může jako jiné kationaktivní TPP (textilní pomocný přípravek) ovlivnit stálosti na světle u jednotlivých barevných odstínů.

Vybarvené a dobře opláchnuté tkaniny, přičemž by měly být podle sytosti vybarvení a požadovaných stálostí ošetřovány při teplotě 20–40 °C přípravkem 2–4 % REWIN EL po dobu 20–30 min.

## 3.2 BEZAKTIV ROT S-B

Výrobce Bezema označuje reaktivní barviva s následujícím členěním:

1, název skupiny barviva – BEZAKTIV

2, odstín barviva – ROT

3, označení písmeny a čísly, kde S – znamená bifunkční barvivo a B – znamená modřejší

Pokud není napsáno za názvem barviva číslo, pak to znamená, že síla barvy je 100 %. Ostatní čísla odpovídají přímo napsanému údaji v %. Jedná se pak o koncentráty barviv.

Barvivo Bezaktiv Rot S–B nemá C.I. číslo. Jedná se podle výrobce o barvivo připravené smísením více barviv. Je zařazeno mezi novou kategorií současných barviv. Výrobce Bezema neuvádí v technických listech ze kterých barviv bylo směsné barvivo připraveno a v jakém poměru. Dále neuvádí schematický vzorec barviva a toto barvivo není uvedeno v Color Indexu. Bezema dodává vzorkovnici, kde je uveden příklad 1 a 4 % vybarvení bavlny.

### 3.2.1 Pracovní postup barvení

Navážené barvivo se natěsť vodou a přidá se 200 ml vody za laboratorní teploty. V laboratorním měřítku se používá deionizovaná voda, která nemá vysokou tvrdost vody (neobsahuje uhličitany a sírany). Po rozpuštění se převede barvivo do 500 ml baňky a doplní vodou po značku.

Tento zásobní roztok se použije na přípravu barvicích lázní. Množství chemikálií v jednotlivých lázních je různé. Každá barvicí lázeň však obsahuje barvivo, elektrolyt a alkálii. Barvení se provádí v barvicím automatu Ahiba za konstantní teploty 60 °C (izotermní postup barvení). Postup barvení byl převzat podle receptury ve vzorkovnici firmy Bezema. Na začátku barvení obsahovala barvicí lázeň barvivo a elektrolyt. Po 50 minutách barvení byla přidána alkálie a v barvení se pokračovalo dalších 45 minut. Ve všech uvedených případech se jedná o barvení vytahovacím způsobem. Po barvení se provádělo praní ve studené a horké vodě a mydlení za varu, po němž následovalo znovu praní v horké a studené vodě.

## 3.3 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při nejvyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l)

### 3.3.1 Barvení bavlny při nižších délkách lázní

Bylo provedeno barvení při různých délkách lázně, abychom zjistili jak velký vliv má délka lázně na odstín vybarvení. Nejnižší délka lázně 1:50 byla zvolena s ohledem na možnosti použitého barvicího zařízení. Kratší délky lázní se používají v praxi hlavně kvůli tomu, že je snaha mít co nejnižší spotřebu vody, která musí splňovat určité limity před vypuštěním zpět do vodních toků. Voda se proto musí čistit, což může být značně nákladné. Dále jsou kratší lázně používány při menších zakázkách. Pro jednotlivé objemy bylo nutné přepočítat množství elektrolytu i alkálie při zachování stejné koncentrace vybarvení.

Výpočet navážky barviva:

5 g bavlny . . . . . 100 %

x g barviva . . . . . 0,5 %

$$x = \frac{0,5}{100} \cdot 5 = 0,025 \text{ g barviva} \cdot f_{\text{zt}} = 0,025 \text{ g} \cdot \frac{500}{50} = 0,25 \text{ g (100 \%)} \text{ barviva}$$

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Barvení bylo provedeno s elektrolytem a alkálií odpovídajícího množství.

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Množství elektrolytu: 90 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

Nejprve bylo zvoleno nejvyšší množství elektrolytu podle receptury Bezema a to odpovídá množství 90 g/l. Skutečné množství elektrolytu (navážka) v lázni č. 1 se vypočítá následovně:

90 g/l elektrolytu . . . . . 1 000 ml

x g/l elektrolytu . . . . . 250 ml

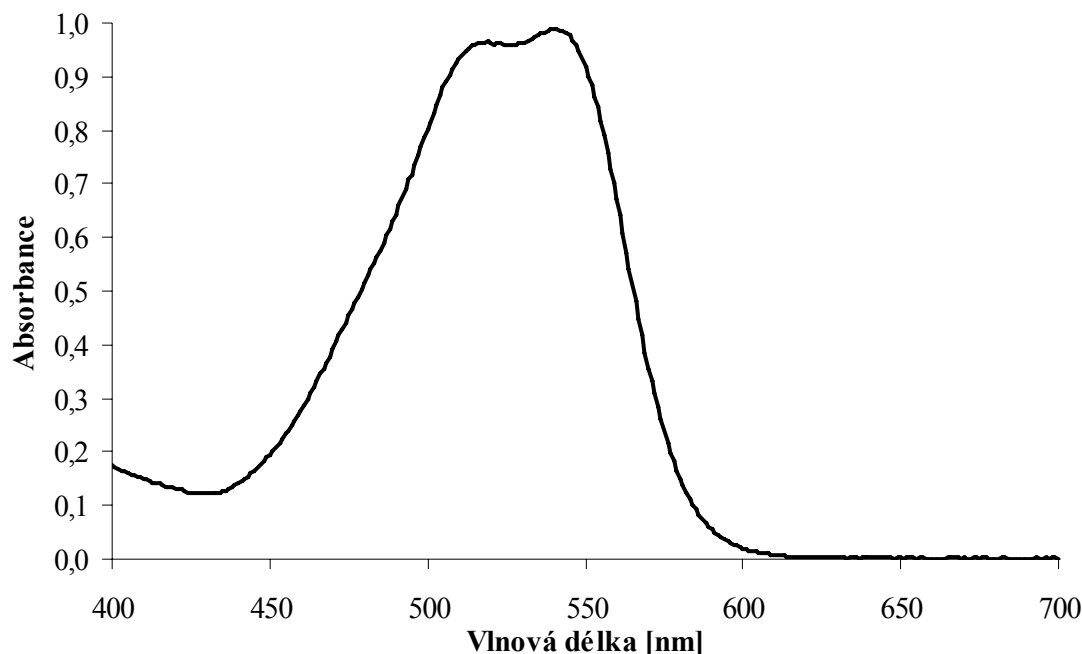
$$x = \frac{250}{1000} \cdot 90 = 22,5 \text{ g elektrolytu}$$

Stejným způsobem byly vypočítány zbývající množství elektrolytu i alkálie, vždy na celkový objem lázně. Minimální zvolený objem lázně 250 ml je dán konstrukcí zařízení. Dále snižovat celkový objem lázně není možné. Množství elektrolytu a alkálie a také délky lázní jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

**Tab. 3** Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	22,5	2,5	250	1:50
2	24,3	2,7	270	1:54
3	26,1	2,9	290	1:58
4	27,9	3,1	310	1:62
5	29,7	3,3	330	1:66
6	31,5	3,5	350	1:70

Absorpční spektrum roztoku barviva bylo změřeno na spektrofotometru Varian Cary Probe 50, z něhož byla určena hodnota charakteristické vlnové délky barviva  $\lambda_{\text{max}}$  a to 540 nm (viz. Obr. 13).



**Obr. 13** Absorpční spektrum barviva Bezaktiv rot S-B

Při barvení reaktivními barvivy nelze sestavit vytahovací křivky, jak je tomu v případě jiných barviv např. přímých. Důvodem je, že při barvení reaktivními barvivy je určitá část barviva zhydrolyzována a nelze přesně určit jaké množství barviva přešlo na vlákno.

### 3.3.2 Ustalování vybarvených vzorků

Z nabídky ustalovacích přípravků Bezema byly vybrány dva vhodné ustalovací prostředky. Pro Bezaktiv rot S-B byly zvoleny ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Koncentrace obou ustalovačů uvedená výrobcem<sup>7</sup> je 2–3 %. Výpočet zásobního roztoku na ustalování byl proveden s ohledem na hmotnost substrátu a také na dostatečné množství na smočení vzorku. Každý vzorek byl ustalován samostatně, aby nedošlo ke změně odstínu nebo zapouštění vzorků.

Všechny vybarvené vzorky byly rozděleny na tři stejné díly. Vždy byl jeden díl ustalovaný pomocí prostředku REWIN ACP, což je všeobecný prostředek na ustalování. Druhý díl byl ustalovaný pomocí prostředku REWIN EL, který obsahuje formaldehyd. Třetí díl nebyl ustalován. Hmotnost ustalované bavlny byla 3,4 g.

Výpočet přípravy zásobního roztoku:

3,4 g bavlny . . . . . 100 %  
 x g ustalovače . . . . . 3 %

$$x = \frac{3}{100} \cdot 3,4 = 0,102 \text{ g}$$

pokud chceme pipetovat ze zásobního roztoku 10 ml pak:

10 ml ustalovače. . . . . 0,102 g  
 100 ml ustalovače . . . . . x g

$$x = \frac{100}{10} \cdot 0,102 = 10,2 \text{ g} \approx 10,2 \text{ ml (hustota je totiž přibližně jednotková)}$$

Do odměrné baňky bylo napipetováno 10,2 ml ustalovače a doplněno do 1 litru. Z tohoto zásobního roztoku bylo následně pipetováno 10 ml k němuž bylo přidáno přibližně 130 ml vody. V takto připraveném ustalovacím roztoku bylo provedeno ustalování. Množství přidávané vody určíme z poměru lázně.

V praxi se často používá poměr lázně 1:10. V našem případě s ohledem na laboratorní barvicí aparát bylo nutné použít: POMĚR LÁZNĚ: 1:40

Tomuto poměru lázně odpovídá objem barvicí lázně podle výpočtu:

$$3,4 \text{ g bavlny} \times 40 = 136 \text{ ml barvicí lázně}$$

Tento poměr lázně byl zvolen z důvodu dobrého smočení ustalovaného materiálu. Každý vzorek byl ustalován zvlášť. Ustalování se provádělo za laboratorní teploty po dobu 20 minut.

Po vybarvení a ustálení vzorků byly všechny vzorky proměřeny na přístroji Dacolor DC 3890. Nejprve byly určeny hodnoty reflektancí  $R$  a následně Kubelka-Munkovy funkce  $K/S$  při daných vlnových délkách a podle těchto dat byly sestrojeny křivky.

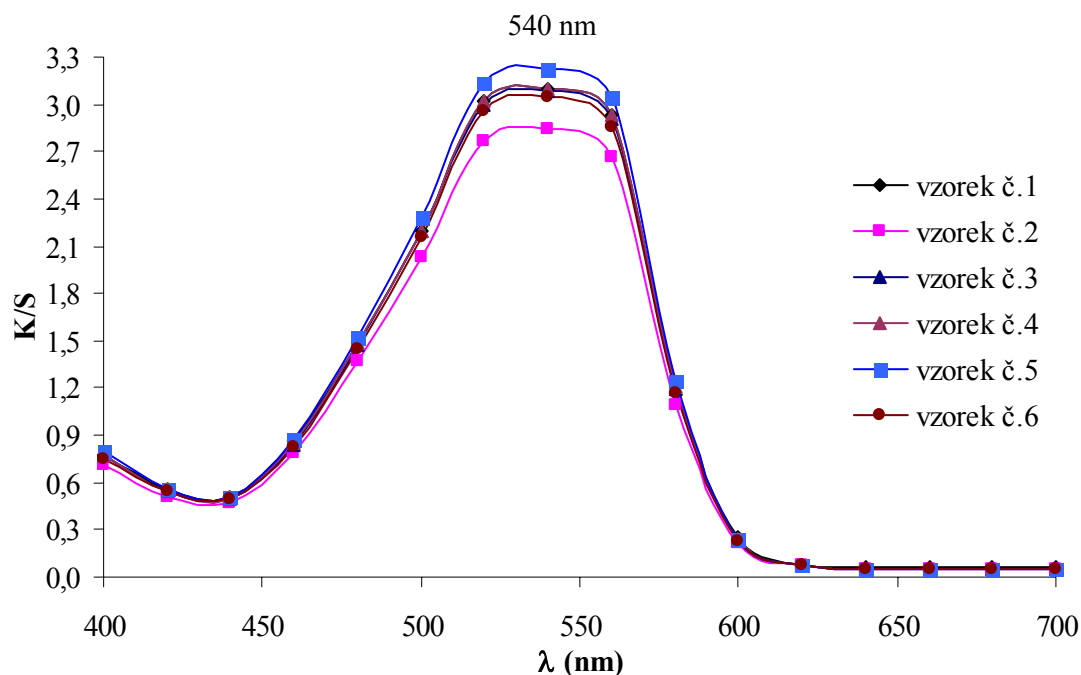
Diskuze výsledků:

V tabulce (Tab. 4) jsou uvedena data  $K/S$  v závislosti na vlnové délce z nichž byla sestrojena grafická závislost (Obr. 14). V případě funkce  $K/S = f(\lambda)$  zjistíme hodnotu vlnové délky při nejvyšší hodnotě  $K/S$ . Tyto zjištěné hodnoty  $K/S$  při vlnové délce ( $\lambda_{\max} = 540 \text{ nm}$ ) u jednotlivých vzorků jsou velmi podobné až na vzorky č. 2 a č. 6. Vzhledem k technickým možnostem Dacoloru DC 3890 bylo měření prováděno s krokem 20 nm.

**Tab. 4** Hodnoty  $K/S$  v závislosti na vlnové délce pro všechny vzorky ustalované REWIN ACP

VZOREK č.1		VZOREK č.2		VZOREK č.3		VZOREK č.4		VZOREK č.5		VZOREK č.6	
$\lambda$ (nm)	K/S	$\lambda$ (nm)	K/S	$\lambda$ (nm)	K/S	$\lambda$ (nm)	K/S	$\lambda$ (nm)	K/S	$\lambda$ (nm)	K/S
400	0,77	400	0,71	400	0,77	400	0,77	400	0,80	400	0,75
420	0,56	420	0,51	420	0,55	420	0,55	420	0,56	420	0,54
440	0,51	440	0,47	440	0,50	440	0,50	440	0,51	440	0,49
460	0,86	460	0,79	460	0,84	460	0,85	460	0,87	460	0,83
480	1,48	480	1,37	480	1,47	480	1,48	480	1,52	480	1,45
500	2,20	500	2,03	500	2,19	500	2,20	500	2,28	500	2,16
520	3,02	520	2,77	520	3,00	520	3,02	520	3,13	520	2,96
540	3,10	540	2,84	540	3,09	540	3,10	540	3,22	540	3,04
560	2,93	560	2,67	560	2,91	560	2,93	560	3,04	560	2,86
580	1,20	580	1,09	580	1,19	580	1,21	580	1,24	580	1,17
600	0,25	600	0,22	600	0,24	600	0,24	600	0,24	600	0,23
620	0,08	620	0,07	620	0,07	620	0,07	620	0,07	620	0,07
640	0,06	640	0,05	640	0,05	640	0,05	640	0,05	640	0,05
660	0,06	660	0,05	660	0,05	660	0,05	660	0,05	660	0,05
680	0,06	680	0,05	680	0,05	680	0,05	680	0,05	680	0,05
700	0,06	700	0,05	700	0,05	700	0,05	700	0,05	700	0,05

Nejvyšší hodnotu  $K/S$  při 540 nm měl vzorek č. 5 a nejnižší hodnotu  $K/S$  měl při této vlnové délce vzorek č. 2. Pro ilustraci Kubelka-Munkovy funkce je uveden i grafický průběh funkce (Obr. 14). Všechny vzorky mají maximum při vlnové délce 540 nm.



**Obr. 14** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

### 3.3.3 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Byly provedeny zkoušky stálosti ve vodě, tedy zapouštění do doprovodných tkanin. Zkouška byla provedena podle příslušné normy. Zkoušený vzorek se hodnotí v prohlížeči komoře pomocí šedé stupnice pro hodnocení změny odstínu. Podle šedé stupnice je nejlepší stálost hodnocena stupněm 5 a nejhorší stálost stupněm 1.

**Tab. 5** Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

Stupeň zapouštění			Změna odstínu	Stupeň zapouštění			Změna odstínu	Stupeň zapouštění			Změna odstínu
vzorek	vlna	bavlna		vzorek	vlna	bavlna		vzorek	vlna	bavlna	
1-ACP	4 – 5	4	5	1-EL	4 – 5	4	5	1-NU	4	3 – 4	5
2-ACP	4 – 5	4	5	2-EL	4 – 5	4	5	2-NU	4	3 – 4	5
3-ACP	4 – 5	4	5	3-EL	4 – 5	4	5	3-NU	4	3 – 4	5
4-ACP	4 – 5	4	5	4-EL	4 – 5	4	5	4-NU	4	3 – 4	5
5-ACP	4 – 5	4	5	5-EL	4 – 5	4	5	5-NU	4	3 – 4	5
6-ACP	4 – 5	4	5	6-EL	4 – 5	4	5	6-NU	4 – 5	4	5

Označení vzorků:

ACP – ustalovaný REWIN ACP; EL – ustalovaný REWIN EL; NU – neustalovaný

Z předchozí tabulky (Tab. 5) vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými není jak ve stupni zapouštění, tak ve změně odstínu vybarvené bavlny žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Vzorky ustalované měly o něco vyšší stálosti než vzorky neustalované. Použití ustalovacího prostředku tedy zlepšilo stálobarevnost ve vodě. U vzorků ustalovaných při hodnocení stupně zapouštění byly v případě vlny zjištěny velmi dobré až výborné stálosti a v případě bavlny byla stálost velmi dobrá.

### 3.3.4 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Smyslem zkoušky je zjištění stupně zabarvení materiálu, který se otírá o zkoušený vzorek. Doprovodnou tkaninou je bavlna. Hodnocení stálosti v otěru se provádí šedou stupnicí pro hodnocení zapouštění mající 5 stupňů, kdy hodnota 5 odpovídá nejvyššímu stupni stálosti. Hodnocení se provádí v prohlížecké komoře při světle D65. Toto světlo je nejlepším napodobením denního světla s ekvivalentní teplotou chromatičnosti 6 504 K. D65 je světlo xenonové výbojky z něhož se vhodným filtrem odstraní nadbytek UV-záření.

**Tab. 6** Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru								
vzorek	za sucha	za mokra	vzorek	za sucha	za mokra	vzorek	za sucha	za mokra
1-ACP	4 – 5	4	1-EL	4 – 5	4	1-NU	4 – 5	3 – 4
2-ACP	4 – 5	4	2-EL	4 – 5	4	2-NU	4 – 5	3 – 4
3-ACP	4 – 5	4	3-EL	4 – 5	4	3-NU	4 – 5	3 – 4
4-ACP	4 – 5	4	4-EL	4 – 5	4	4-NU	4 – 5	3 – 4
5-ACP	4 – 5	4	5-EL	4 – 5	4	5-NU	4 – 5	3 – 4
6-ACP	4 – 5	4	6-EL	4 – 5	4	6-NU	4 – 5	3 – 4

Označení vzorků:

ACP – ustalovaný REWIN ACP; EL – ustalovaný REWIN EL; NU – neustalovaný

V tabulce (Tab. 6) lze zjistit, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S-B byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Je také zjištěný rozdíl v případě stálosti za mokra mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými, kdy vzorky ustalované mají o něco vyšší stálosti. Stálost otěru za sucha byla u vzorků ustalovaných i neustalovaných stejná a to téměř beze změny odstínu.

### 3.3.5 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

Všechny vzorky byly barveny s použitím elektrolytu, kterým byl chlorid sodný. Barevné odchylky  $\Delta E$  byly stanoveny v programu DataMaster v nabídce Quality Control/G: CIE Lab Difference. Standard je pevným bodem v barevném prostoru vůči kterému jsou počítány barevné difference ostatních vzorků. Systém odstínového třídění pak numericky hodnotí do které třídy vzorek spadá. Přijatelnost nebo nepřijatelnost vzorku oproti standardu byla určena pomocí programu Quality Control/L: Pass-Fail Verbal&Graph. V tabulce jsou výsledky přijatelnosti označeny jako „hodnocení“.

**Tab. 7** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

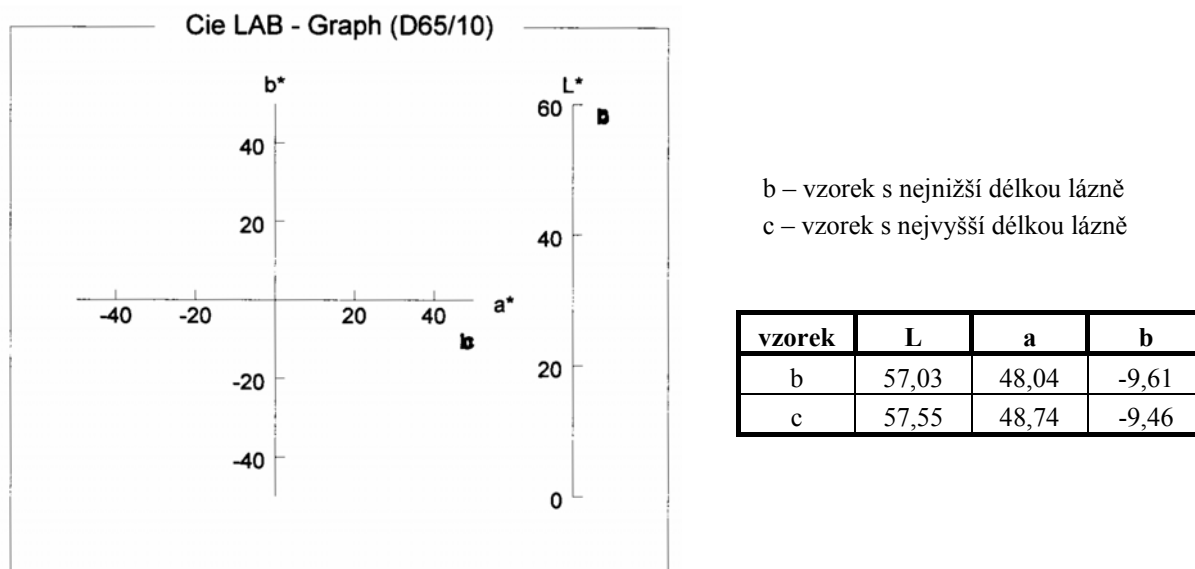
vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,457	0,306	0,184	0,285	přijatý
2-NU	2-ACP	0,232	-0,080	-0,115	0,185	přijatý
3-NU	3-ACP	0,924	0,836	-0,239	-0,312	přijatý
4-NU	4-ACP	0,523	0,501	0,150	0,010	přijatý
5-NU	5-ACP	0,668	0,633	-0,213	-0,002	přijatý
6-NU	6-ACP	0,938	0,809	-0,287	-0,379	přijatý

**Tab. 8** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	0,752	-0,180	0,259	0,683	přijatý
2-NU	2-EL	0,963	0,128	0,509	0,808	přijatý
3-NU	3-EL	0,915	0,598	0,587	0,368	přijatý
4-NU	4-EL	1,209	0,098	1,005	0,664	přijatý
5-NU	5-EL	1,043	0,453	0,520	0,782	přijatý
6-NU	6-EL	1,075	0,871	0,527	0,347	přijatý

Z uvedených tabulek (Tab. 7 a Tab. 8) na základě hodnot barevných odchylek  $\Delta E$  vyplývá, že je rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Avšak podle kritéria přijatelnosti (L: Pass-Fail Verbal&Graph) všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  oproti standardu byly menší než 2,0 (tato hodnota je dána obecně pro textilní materiály) a tak byly vzorky přijaty. Nejnižší odchylku oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 2 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL vzorek č. 1.

### 3.3.6 Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$



**Obr. 15** Grafický záznam výsledků barvení v Cie LAB pro vzorky ustalované prostředkem REWIN ACP

Z uvedeného diagramu CIE LAB plyne, že se prakticky vzorek c (s nejvyšším poměrem lázně) neliší od vzorku b (s nejnižším poměrem lázně), oba vzorky jsou zbarveny do červeno-modra. Ostatní vzorky nejsou v tomto případě v diagramu uvedeny, neboť leží ve stejné oblasti jako body c, b. Podle uvedených hodnot měrné světlosti L je vidět, že vzorek c je o něco málo jasnější než vzorek b.

### 3.3.7 Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu

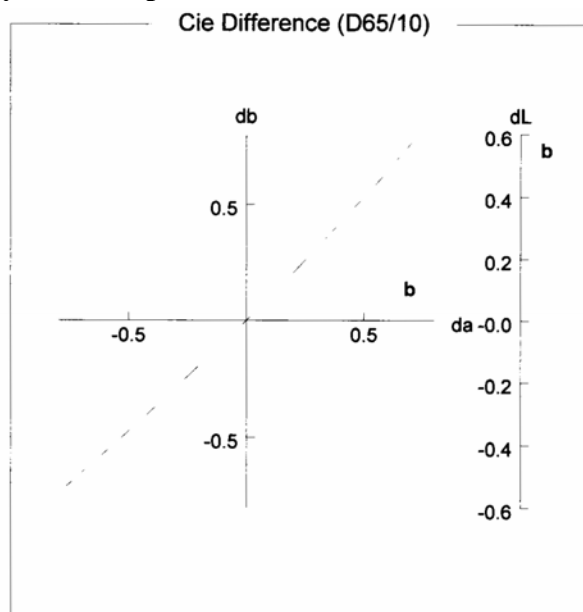
Standard: **bc5.11.ACP1**  
 Batch: **bc5.11.ACP6**  
 Equation: **CMC 1.0, 2.0:1.0**  
 Illuminant **D65/10**

**PASS**

Batch is lighter redder less blue

$\frac{DE^*}{0.886}$   $\frac{DL^*}{0.526}$   $\frac{DC^*}{0.653}$   $\frac{DH^*}{0.287}$

$\frac{delE}{0.376}$   $\frac{delL}{0.226}$   $\frac{delC}{0.257}$   $\frac{delH}{0.155}$



**Obr. 16** Hodnocení přijatelnosti barevné odchylky

Jako standard byl vybrán vzorek s nejnižším objemem lázně, ustalovaný Rewinem ACP (č. 1). Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 6) má poměrně nízkou odchylku oproti standardu podle hodnocení CIE LAB Difference. Odchylka oproti standardu  $\Delta E = 0,886$  spadá do toleranční rovnice CMC pro textilní vzorky (viz. equation) a proto je vzorek 6 přijat.

### 3.3.8 Barvení bavlny při různých délkách lázní

Při předcházejících délkách lázní nebyl zjištěn příliš velký rozdíl mezi jednotlivými vzorky. Proto bylo navrženo zvýšení délky lázně a barvení probíhalo při maximálním možném objemu lázně. Pro jednotlivé objemy bylo přepočítané množství elektrolytu i alkálie pro zachování stejné koncentrace daných chemikálií v jednotlivých lázních.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 90 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

I v tomto případě bylo zvoleno nejvyšší množství elektrolytu a to 90 g/l. Proto množství elektrolytu v lázni č. 1 se vypočítalo stejným způsobem jako v kapitole 3.3.1. Stejným způsobem byly vypočítány zbývající množství elektrolytu i alkálie, vždy na celkový objem lázně.

**Tab. 9** Složení barvicích lázní

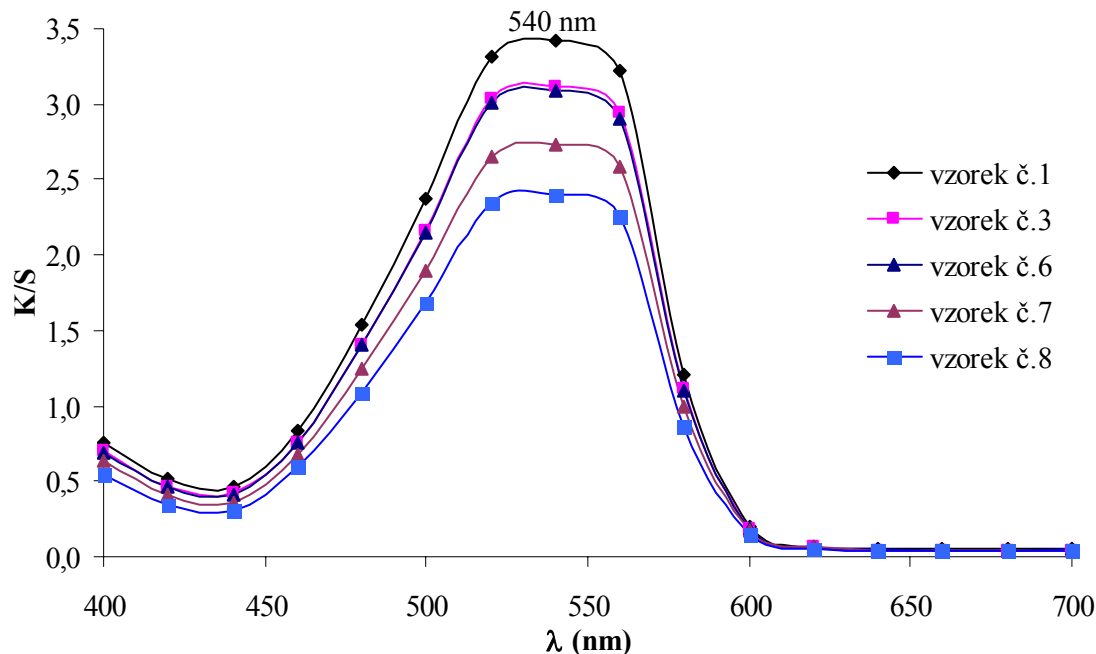
vzorek	NaCl [g]	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	22,5	2,5	250	1:50
3	26,1	2,9	290	1:58
6	31,5	3,5	350	1:70
7	40,5	4,5	450	1:90
8	49,5	5,5	550	1:110



### 3.3.9 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2. Ustalování probíhá stejným způsobem jako předcházejícím případem uvedeném v kapitole 3.3.2 a neliší se v žádném z dále uvedených případů proto není výpočet dále uváděn.

Z důvodu větší názornosti jsou v práci uvedeny jen grafické závislosti Kubelka Munkovy funkce (Obr. 17). Hodnoty  $K/S$  určené při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ) se u jednotlivých vzorků liší.



**Obr. 17** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Nejvyšší hodnotu  $K/S$  při charakteristické vlnové délce barviva měl vzorek č. 1 (nejmenší objem lázně) a nejnižší hodnotu  $K/S$  měl vzorek č. 8 (nejvyšší objem lázně). Vzhledem k možnostem přístroje Datacolor DC 3890, který měří po 20 nm, byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  u všech vybarvených vzorků (1–8) na 540 nm.

### 3.3.10 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Z tabulky (Tab. 10) vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými není žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Vzorky ustalované měly o něco větší stálosti než vzorky neustalované. Použití ustalovače tedy ovlivnilo stálobarevnost ve vodě. U vzorků neustalovaných při hodnocení stupně zapouštění byly v případě vlny zjištěny velmi dobré až výborné stálosti a v případě bavlny byla stálost velmi dobrá. U vzorků ustalovaných byly stálosti vlny výborné tedy beze změny odstínu. U vzorků bavlny byly zjištěny velmi dobré až výborné stálosti.

**Tab. 10** Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

Stupeň zapouštění			Změna odstínu	Stupeň zapouštění			Změna odstínu	Stupeň zapouštění			Změna odstínu
vzorek	vlna	bavlna		vzorek	vlna	bavlna		vzorek	vlna	bavlna	
1-ACP	5	4 – 5	5	1-EL	5	4 – 5	5	1-NU	4 – 5	4	5
3-ACP	5	4 – 5	5	3-EL	5	4 – 5	5	3-NU	4 – 5	4	5
6-ACP	5	4 – 5	5	6-EL	5	4 – 5	5	6-NU	4 – 5	4	5
7-ACP	5	4 – 5	5	7-EL	5	4 – 5	5	7-NU	4 – 5	4	5
8-ACP	5	4 – 5	5	8-EL	5	4 – 5	5	8-NU	4 – 5	4	5

Označení vzorků:

ACP – ustalovaný REWIN ACP; EL – ustalovaný REWIN EL; NU – neustalovaný

### 3.3.11 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

V tabulce (Tab. 11) lze zjistit, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S-B (0,5 % vybarvení) byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Byl také zjištěný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovaným, kdy vzorky ustalované mají o něco vyšší stálosti. U vzorků s objemem lázně 450 a 550 ml jsou stálosti vyšší než u vzorků s menším objemem lázně. To je způsobeno tím, že vzorky s vyšším objemem lázně mají nižší koncentraci barviva a proto mají světlejší odstín vybarvení. Díky tomu jsou stálosti vzorků s delším poměrem lázně vyšší.

**Tab. 11** Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru								
vzorek	za sucha	za mokra	vzorek	za sucha	za mokra	vzorek	za sucha	za mokra
1-ACP	4 – 5	4	1-EL	4 – 5	4	1-NU	4	3 – 4
3-ACP	4 – 5	4	3-EL	4 – 5	4	3-NU	4	3 – 4
6-ACP	4 – 5	4	6-EL	4 – 5	4	6-NU	4	3 – 4
7-ACP	5	4	7-EL	5	4	7-NU	4 – 5	4
8-ACP	5	4	8-EL	5	4	8-NU	4 – 5	4

Označení vzorků je stejné s označením v předcházející tabulce (Tab. 10) a shoduje se i v následujících tabulkách, kde jsou hodnoceny stálosti v otěru a stálobarevnosti ve vodě proto již nebude uváděno.

### 3.3.12 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

Porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  CIE LAB mezi vzorkem s nejnižším objemem lázně, který byl tedy zvolen jako standard a ostatními vzorky je uvedeno v tabulkách (Tab. 12 a Tab. 13). Podle získaných výsledků lze konstatovat, že s rostoucí délkou lázně zvyšuje i hodnota barevné odchylky  $\Delta E$ . V případě vzorků ustalovaných REWIN ACP byly přijaty dva vzorky a to ty, u kterých byl menší rozdíl v objemech lázně. U vzorků ustalovaných REWIN EL byl přijat pouze jeden vzorek s nejmenším rozdílem v objemu lázně.

**Tab. 12** Vzorky ustálené ustalovacím prostředkem REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
3	1	1,377	0,968	-0,622	-0,757	přijat
6	1	1,525	1,051	-0,789	-0,774	přijat
7	1	3,406	2,317	-1,909	-1,608	nepřijat
8	1	5,427	3,741	-3,052	-2,478	nepřijat

**Tab. 13** Vzorky ustálené ustalovacím prostředkem REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
3	1	0,546	0,021	0,405	-0,365	přijat
6	1	2,262	1,706	-1,092	-1,007	nepřijat
7	1	3,340	2,246	-1,868	-1,620	nepřijat
8	1	4,773	3,262	-2,744	-2,148	nepřijat

V uvedených tabulkách (Tab. 14 a Tab. 15) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Avšak všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 1 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL vzorek č. 2.

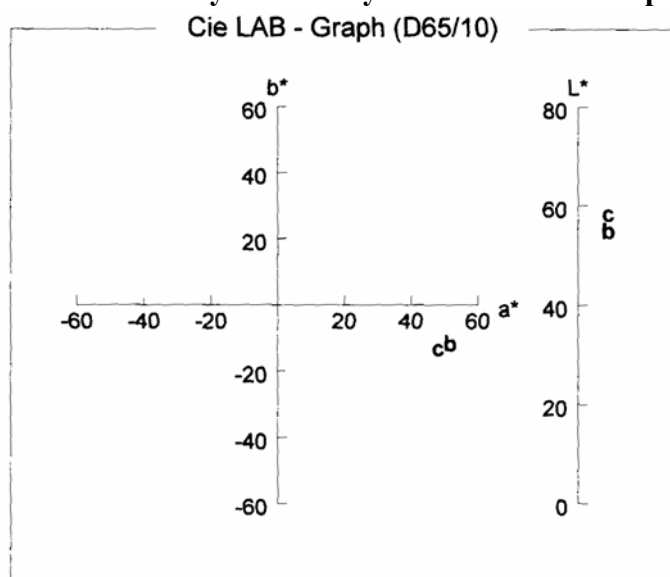
**Tab. 14** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,261	0,197	0,009	0,171	přijatý
3-NU	3-ACP	0,515	0,025	0,408	0,314	přijatý
6-NU	6-ACP	0,287	0,287	-0,004	0,010	přijatý
7-NU	7-ACP	0,697	0,629	-0,257	-0,152	přijatý
8-NU	8-ACP	0,772	-0,384	0,632	0,224	přijatý

**Tab. 15** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,456	-0,019	1,156	0,885	přijatý
3-NU	3-EL	1,125	0,756	0,528	0,645	přijatý
6-NU	6-EL	1,835	-0,584	1,446	0,966	přijatý
7-NU	7-EL	1,138	0,484	0,849	0,584	přijatý
8-NU	8-EL	1,602	-0,121	1,471	0,623	přijatý

### 3.3.13 Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$



b – vzorek s nejnižší délkou lázně  
c – vzorek s nejvyšší délkou lázně

vzorek	L	a	b
b	57,14	51,62	-10,43
c	60,88	48,09	-12,17

**Obr. 18** Grafický záznam výsledků barvení v Cie LAB pro vzorky ustalované prostředkem REWIN ACP

Z uvedeného diagramu CIE LAB plyne, že vzorek c (s nejvyšším poměrem lázně) je jasnější než vzorek b (s nejnižším poměrem lázně), oba vzorky jsou zbarveny do červeno-modra. V tomto případě je v diagramu patrnější rozdíl v souřadnicích těchto vybraných dvou vzorků než v případě kapitoly 3.3.6.

### 3.3.14 Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu

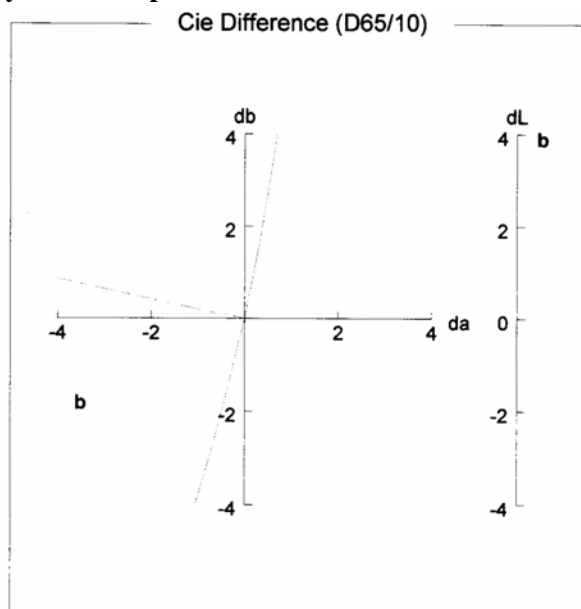
Standard: **bc15.10.ACP1**  
 Batch: **bc15.10.ACP8**  
 Equation: **CMC 1.0, 2.0:1.0**  
 Illuminant **D65/10**

**FAIL**

Batch is lighter less red bluer

$\frac{DE^*}{5.427}$	$\frac{DL^*}{3.741}$	$\frac{DC^*}{-3.052}$	$\frac{DH^*}{-2.478}$

$\frac{delE}{2.369}$	$\frac{delL}{1.605}$	$\frac{delC}{-1.162}$	$\frac{delH}{-1.298}$



Obr. 19 Hodnocení přijatelnosti barevné odchylky

Jako standard byl vybrán vzorek s nejnižším objemem lázně, ustalovaný prostředkem REWIN ACP (č. 1). Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 8) má poměrně velkou odchylku oproti standardu podle hodnocení CIE difference. Odchylka oproti standardu  $\Delta E = 5,427$  nespadá do toleranční rovnice CMC pro textilní vzorky a proto je vzorek 8 nepřijat.

I v případě porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL byla odchylka natolik velká, že nebyla přijata. Odchylka CIE difference byla však o něco nižší než v případě použití přípravku REWIN ACP a to  $\Delta E = 4,773$ .

### 3.4 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při střední koncentraci elektrolytu (45 g/l)

Množství elektrolytu má vliv na stupeň vytažení barviva. Avšak přílišné zvyšování množství elektrolytu může mít negativní efekt. Také vysoký obsah elektrolytu ve vodě po barvení je značně neekologický. Proto bylo zadáno barvení při střední koncentraci elektrolytu a to 45 g/l. Zvolili jsme si tři různé délky lázní a to s ohledem na předchozí výsledky, kdy nebyly viditelné rozdíly při zvyšování objemu po 20 ml a také bylo bráno v úvahu to, že vyšší objemy lázní nejsou v praxi ekonomické. Pro jednotlivé objemy byly opět přepočítána množství elektrolytu i alkálie z důvodu zachování stejné koncentrace v jednotlivých lázních 0,5 %.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Množství elektrolytu: 45 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

V tomto případě bylo zvoleno střední množství elektrolytu podle receptury Bezema. Množství elektrolytu v lázni č. 1 se vypočítá následovně:

$$\begin{aligned}
 &45 \text{ g/l elektrolytu} \dots\dots\dots 1\,000 \text{ ml} \\
 &x \text{ g/l elektrolytu} \dots\dots\dots 250 \text{ ml} \\
 &x = \frac{250}{1000} \cdot 45 = 11,25 \text{ g elektrolytu}
 \end{aligned}$$

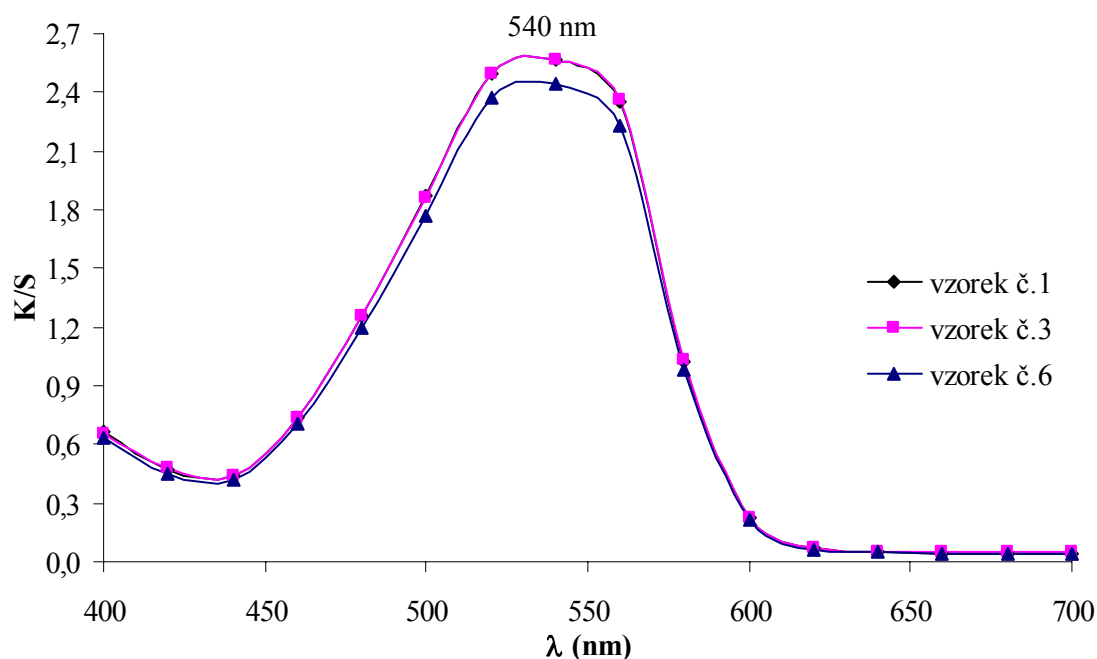
Stejným způsobem byly vypočítány zbývající množství elektrolytu i alkálie, vždy na celkový objem lázně.

**Tab. 16** Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	11,25	2,5	250	1:50
3	13,05	2,9	290	1:58
6	15,75	3,5	350	1:70

### 3.4.1 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



**Obr. 20** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Na obrázku (Obr. 20) je znázorněna závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce. Při porovnání vzorků 1 a 3 můžeme vidět, že jejich průběh je téměř totožný. Vzorek č. 6 má však již viditelně nižší hodnotu K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.4.2 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Z tabulky (Tab. 17) vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není prakticky žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Použití ustalovače tedy nijak nezlepšilo stálobarevnost ve vodě. U vzorků ustalovaných i neustalovaných při hodnocení stupně zapouštění byla v případě vlny zjištěná velmi dobrá až výborná stálost. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla určena jen velmi dobrá stálost.

Tab. 17 Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

Stupeň zapouštění			Změna odstínu
vzorek	bavlna	vlna	
1-ACP	4	4 – 5	5
3-ACP	4	4 – 5	5
6-ACP	4	4 – 5	5
1-EL	4	4 – 5	5
3-EL	4	4 – 5	5
6-EL	4	4 – 5	5
1-NU	4	4 – 5	5
3-NU	4	4 – 5	5
6-NU	4	4 – 5	5

### 3.4.3 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

V tabulce (Tab. 18) lze zjistit, že u všech vzorků byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Avšak nebyl zjištěn rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovaným. U vzorku s nejvyšším objemem (č. 6) jsou stálosti o něco vyšší než u vzorku s nejnižším objemem lázně (č. 1).

Tab. 18 Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru		
vzorek	za sucha	za mokra
1-ACP	4 – 5	4
3-ACP	5	4
6-ACP	5	4 – 5
1-EL	4 – 5	4
3-EL	5	4
6-EL	5	4 – 5
1-NU	4 – 5	4
3-NU	5	4
6-NU	5	4 – 5

### 3.4.4 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 19 a Tab. 20) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  CIE LAB však byly v tomto případě přijaty. Nejnížší

odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP i REWIN EL vzorek č. 6. Jedná se o vzorky barvené při střední koncentraci elektrolytu. Při porovnání s odchylkami vzorků barvených při nejvyšší koncentraci elektrolytu nebyl pozorován příliš velký rozdíl. Odchylky vzorků neustalovaných od vzorků ustalovaných REWIN EL (standardu) jsou větší než v případě REWIN ACP, proto ustalovací prostředek REWIN EL způsoboval větší změnu odstínu vybarvené bavlny.

**Tab. 19** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,528	-0,052	0,489	0,191	přijatý
3-NU	3-ACP	0,341	-0,072	0,181	0,280	přijatý
6-NU	6-ACP	0,280	0,201	0,078	0,179	přijatý

**Tab. 20** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,221	0,119	1,087	0,544	přijatý
3-NU	3-EL	0,938	-0,007	0,829	0,437	přijatý
6-NU	6-EL	0,725	0,381	0,450	0,421	přijatý

Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytečných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

V případě porovnání vzorků s nejnižší a nejvyšší délkou lázně při střední koncentraci elektrolytu a nejvyšší koncentraci alkálie není pozorován prakticky žádný rozdíl v souřadnicích L, a, b. Dané vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek barvený při nejvyšší koncentraci elektrolytu a nejvyšší koncentraci alkálie a současně s nejvyšším poměrem lázně 350 ml (č. 6) má poměrně malou odchylku  $\Delta E = 0,840$  oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně 250 ml při hodnocení podle CIE difference. Odchylka oproti standardu spadá do toleranční rovnice CMC pro textilní vzorky a proto je vzorek 6 přijat.

### 3.5 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S-B při 0,5 % vybarvení při nejnižší koncentraci elektrolytu (10 g/l)

V tomto kroku práce bylo zadáno barvení při nejnižší koncentraci elektrolytu podle receptury firmy Bezema (10 g/l). Barvení bylo provedeno při stejných délkách lázní, jako byly zvoleny v předcházejícím případě, aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky. Pro jednotlivé objemy byly opět přepočítané množství elektrolytu i alkálie z důvodu zachování stejné koncentrace v jednotlivých lázních 0,5 %.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 10 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

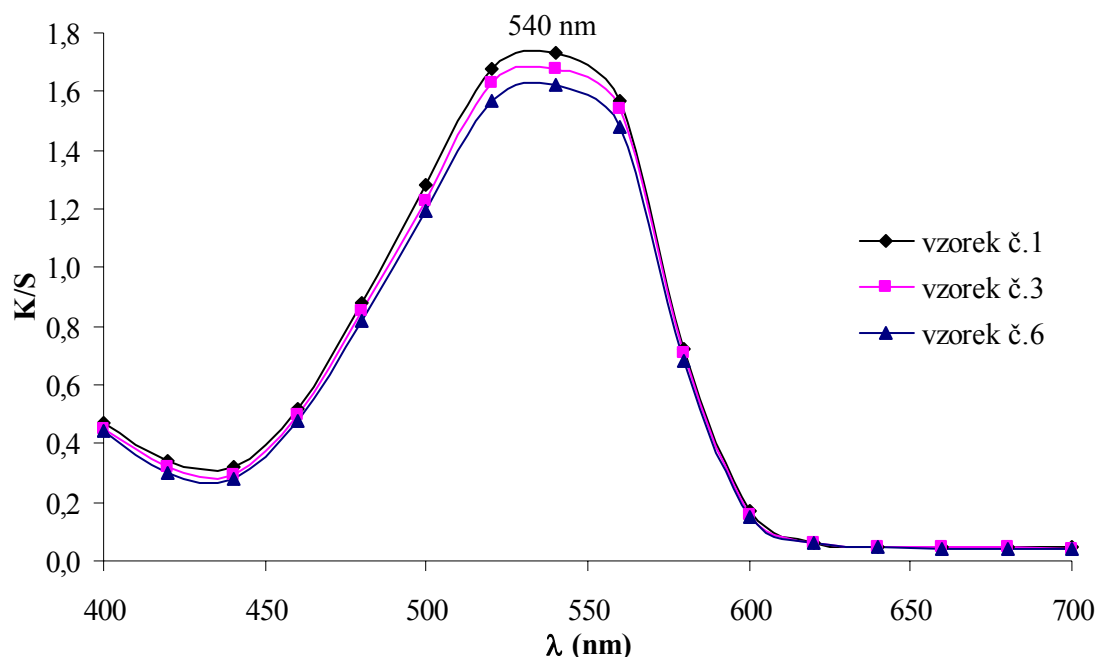
V tomto případě jsem tedy zvolili nejnižší množství elektrolytu. Při výpočtu množství elektrolytu jsme postupovali stejným postupem jako v kapitole 3.4.

Tab. 21 Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	2,5	250	1:50
3	2,9	2,9	290	1:58
6	3,5	3,5	350	1:70

### 3.5.1 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



Obr. 21 Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Z grafické závislosti (Obr. 21) je patrné že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.5.2 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Ze zjištěných hodnot stálostí vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Použití ustalovače nemělo tedy v tomto případě viditelný vliv na stálobarevnost ve vodě. Při hodnocení stupně zapouštění byla u vzorků ustalovaných i neustalovaných pozorována velmi dobrá až výborná stálost a to jak u vlny tak i bavlny. Vazba mezi barvivem a substrátem byla tedy silná i v případě neustalovaných vzorků.

### 3.5.3 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ze zjištěných hodnot vyplývá, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S–B byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Nebyl však viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. V případě stálostí za sucha byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. U stálostí za mokra byla u všech vzorků dosažena jen velmi dobrá až výborná stálost.



### 3.5.4 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 22 a Tab. 23) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 6 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL také vzorek č. 6. Odchylky  $\Delta E$  vzorků neustalovaných od vzorků ustalovaných REWIN EL (standardu) jsou o něco větší než odchylky  $\Delta E$  zjištěné v případě vzorků ustalovaných REWIN ACP. Jelikož jsou odchylky  $\Delta E$  mezi vzorky neustalovanými a ustalovanými nepatrné zvláště u vzorků ustalovaných REWIN ACP lze předpokládat, že ustalovací prostředky způsobují jen malou změnu odstínu vybarvených vzorků. Ustalovací prostředek REWIN EL však více ovlivňuje odstín vybarveného vzorku.

**Tab. 22** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,192	0,182	-0,036	0,049	přijatý
3-NU	3-ACP	0,287	0,258	-0,066	0,105	přijatý
6-NU	6-ACP	0,386	0,032	0,384	0,025	přijatý

**Tab. 23** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

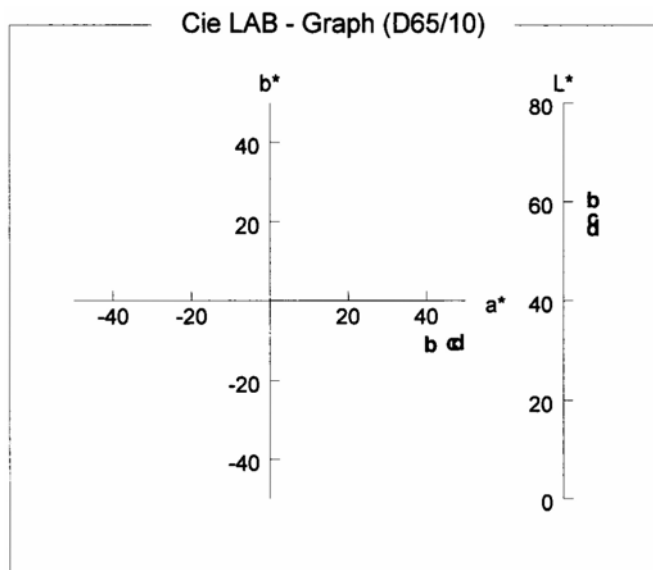
vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	0,573	0,183	0,350	0,415	přijatý
3-NU	3-EL	1,382	-0,030	1,355	0,270	přijatý
6-NU	6-EL	1,001	-0,118	0,968	0,226	přijatý

Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytečných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

I tentokrát při porovnání vzorků s nejvyšší a nejnižší délkou lázně avšak barvených při nejnižší koncentraci elektrolytu není příliš viditelný rozdíl v poloze vzorků v barevném prostoru Lab. Oba vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně 350 ml (č. 6) má malou odchylku oproti standardu, kterým je vzorek s nejmenším poměrem lázně 250 ml při hodnocení podle CIE difference. Odchylka oproti standardu je přijata a její hodnota je  $\Delta E = 1,036$ . Je vidět že při tomto složení lázní, kdy byla použita nejnižší koncentrace elektrolytu není příliš velký vliv změny objemu v jednotlivých lázních. Pokud však porovnáme odchylky  $\Delta E$  mezi vzorky se stejnými poměry lázně při střední a nejvyšší koncentraci elektrolytu zjistíme, že jsou dříve zjištěné odchylky ještě o něco menší. Z čehož můžeme usuzovat, že při světlejších odstínech jsou změny vybarvení lépe pozorovatelné.

### 3.5.5 Porovnání vzorků barvených při 0,5 % vybarvení při různé koncentraci NaCl



b – vzorek s nejnižší konc. elektrolytu  
c – vzorek se střední konc. elektrolytu  
d – vzorek s nejvyšší konc. elektrolytu

vzorek	L	a	b
b	63,12	41,14	-10,06
c	59,18	46,65	-9,54
d	57,03	48,04	-9,61

**Obr. 22** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN ACP o objemu 250 ml při různé koncentraci elektrolytu

Z grafu (Obr. 22) je viditelný rozdíl mezi jednotlivými vzorky. Všechny vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Nejjasnější a současně nejsvětější je vzorek barvený při nejnižší koncentraci elektrolytu (b). Podle hodnot souřadnic L, a, b plyne, že množství elektrolytu má vliv na odstín vybarvení.

Pokud provádíme porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  vzorků s nejnižší koncentrací elektrolytu, které byly vždy zvoleny jako standard se vzorky barvenými při střední a nejvyšší koncentraci elektrolytu je vidět značné odchylky  $\Delta E$  mezi jednotlivými vzorky. To potvrzuje, že koncentrace elektrolytu má vliv na vybarvení bavlny. Rozdíl odchylek  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými není příliš velký, proto lze předpokládat, že při této koncentraci vybarvení se odstín vybarvené bavlny téměř nemění.

**Tab. 24** Porovnání vzorků o různé koncentraci elektrolytu

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-ACP, S	1-ACP, N	6,788	-3,939	5,256	1,713	nepřijatý
1-ACP, V	1-ACP, N	9,212	-6,091	6,635	1,935	nepřijatý
1-EL, S	1-EL, N	6,738	-4,110	5,045	1,749	nepřijatý
1-EL, V	1-EL, N	9,135	-5,604	6,946	1,950	nepřijatý
1-NU, S	1-NU, N	7,366	-4,173	5,781	1,849	nepřijatý
1-NU, V	1-NU, N	9,338	-5,967	6,854	2,149	nepřijatý

Označení vzorků:

N – nejnižší konc. elektrolytu, S – střední konc. elektrolytu, V – nejvyšší konc. elektrolytu

### 3.6 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S-B při 0,5 % vybarvení při nejnižší koncentraci alkálie (5 g/l)

#### 3.6.1 Barvení bavlny při nejnižší koncentraci elektrolytu

Dále bylo úkolem práce zjistit, jak se bude lišit odstín vybarvení pokud snížíme koncentraci alkálie na minimum podle receptury firmy Bezema (5 g/l) a současně koncentrace elektrolytu bude také nejnižší (10 g/l). Barvení bylo provedeno při stejných délkách lázní, jako byly zvoleny v předcházejících případech, aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %  
 NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g  
 Použitý elektrolyt: NaCl  
 Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 Množství elektrolytu: 10 g/l  
 Množství alkálie: 5 g/l

V tomto případě jsem tedy zvolili nejmenší množství alkálie. Proto množství alkálie v lázni č. 1 se vypočítá následovně:

5 g/l alkálie . . . . . 1 000 ml

x g/l alkálie . . . . . 250 ml

$$x = \frac{250}{1000} \cdot 5 = 1,25 \text{ g alkálie}$$

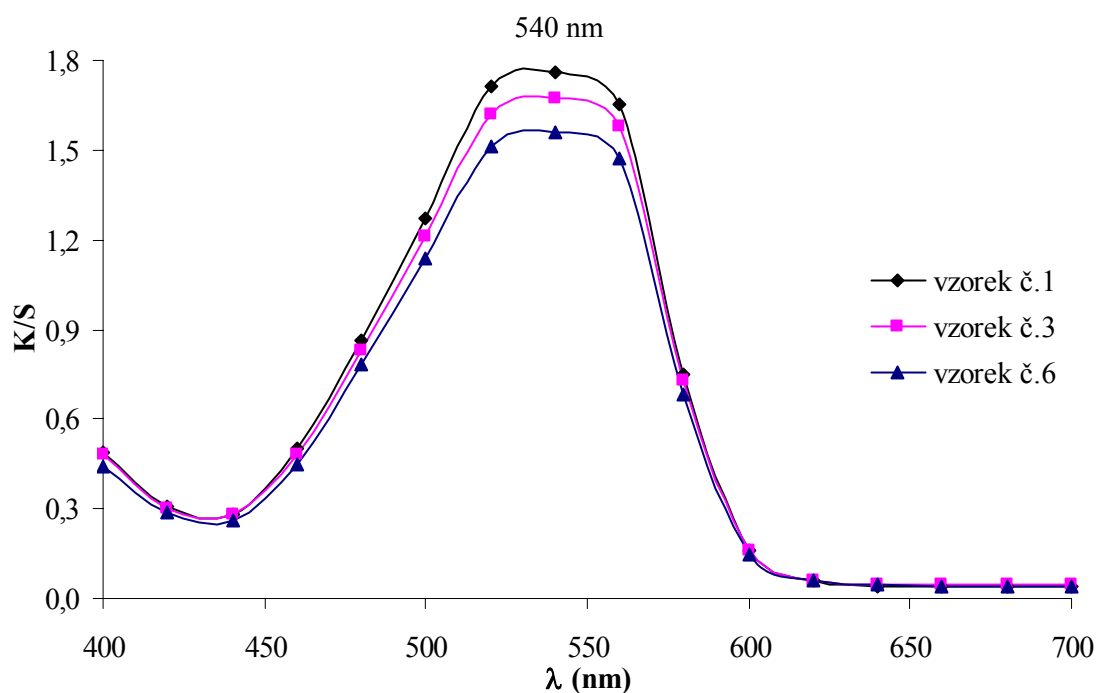
Stejně jako v předcházejících případech bylo přepočítané množství elektrolytu i alkálie z důvodu zachování stejné koncentrace vybarvení (0,5 %) tomu bylo to i v následujících případech a proto výpočty nejsou dále uváděny.

**Tab. 25** Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	1,25	250	1:50
3	2,9	1,45	290	1:58
6	3,5	1,75	350	1:70

### 3.6.2 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



**Obr. 23** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Z grafické závislosti (Obr. 23) je patrné, že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.6.3 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Při hodnocení stálobarevnosti bylo zjištěno, že mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není žádný rozdíl jak ve stupni zapouštění do doprovodných tkanin, tak ve změně odstínu. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Při hodnocení stupně zapouštění byla v případě vlny u vzorků ustalovaných i neustalovaných pozorována velmi dobrá až výborná stálost. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla určena velmi dobrá stálost. Je to způsobeno jednak dobrou fixací barviva na vlákne a také konečnými operacemi praním a mydlením, které odstraňují nefixované barvivo z materiálu.

### 3.6.4 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ze zjištěných hodnot lze usoudit, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S–B byly stálosti v otěru za sucha lepší než stálosti v otěru za mokra. U stálosti v otěru za sucha nebyla pozorována žádná změna odstínu ani u vzorků neustalovaných. V případě stálosti v otěru za mokra bylo zjištěno, že vzorky neustalované mají jen velmi dobré stálosti zatímco vzorky ustalované mají velmi dobré až výborné stálosti. Stejně jako v případě stálobarevnosti ve vodě je i stálost vybarvení v otěru v případě reaktivních barviv velmi dobrá.

### 3.6.5 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 26 a Tab. 27) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 1 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL také vzorek č. 1. Odchylky  $\Delta E$  vzorků neustalovaných od vzorků ustalovaných REWIN EL jsou o něco větší než odchylky zjištěné u vzorků ustalovaných REWIN ACP. Proto se dá předpokládat, že REWIN EL více ovlivňuje změnu odstínu při ustalování. Tento rozdíl však není natolik velký, aby byla pozorovatelná změna v případě zkoušených stálostí. Vyšší odchylky v případě vzorků ustalovaných REWIN EL jsou viditelné i ve všech ostatních případech. Proto tato zjištěná skutečnost není čistě náhodná.

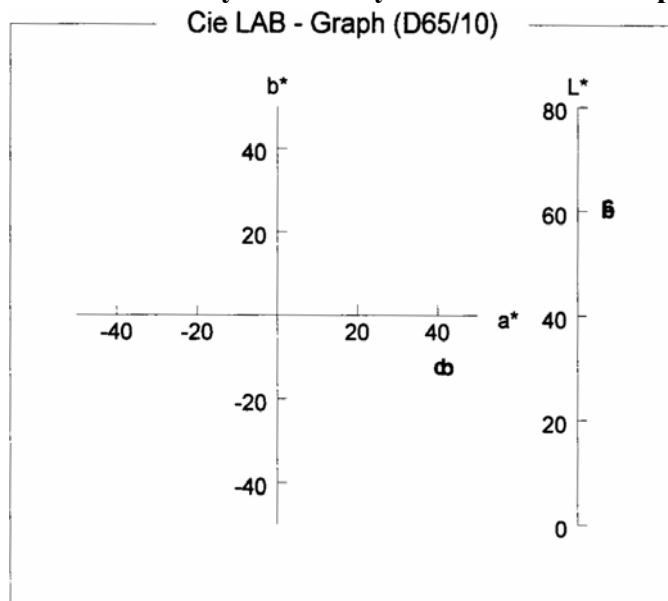
**Tab. 26** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–NU	1–ACP	0,247	0,152	-0,085	0,175	přijatý
3–NU	3–ACP	0,503	0,252	0,416	-0,129	přijatý
6–NU	6–ACP	0,368	0,163	0,272	0,186	přijatý

**Tab. 27** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–NU	1–EL	0,820	0,399	0,586	0,413	přijatý
3–NU	3–EL	1,269	0,086	1,262	0,100	přijatý
6–NU	6–EL	1,247	0,040	1,163	0,446	přijatý

### 3.6.6 Grafický záznam výsledků v barevném prostoru L\*a\*b\*



b – vzorek s nejnižší délkou lázně  
c – vzorek s nejvyšší délkou lázně

vzorek	L	a	b
b	63,10	42,40	-11,40
c	64,24	40,56	-11,24

Obr. 24 Grafický záznam výsledků barvení v CIE LAB pro vzorky ustalované prostředkem REWIN ACP

V uvedeném diagramu (Obr. 24) CIE LAB při porovnání souřadnic a, b není velký rozdíl mezi vybranými vzorky. Vzorek s nejvyšší délkou lázně (c) je však o něco jasnější. Přesné hodnoty L, a, b jsou uvedeny v tabulce. Vzorky (b, c) jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

### 3.6.7 Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu

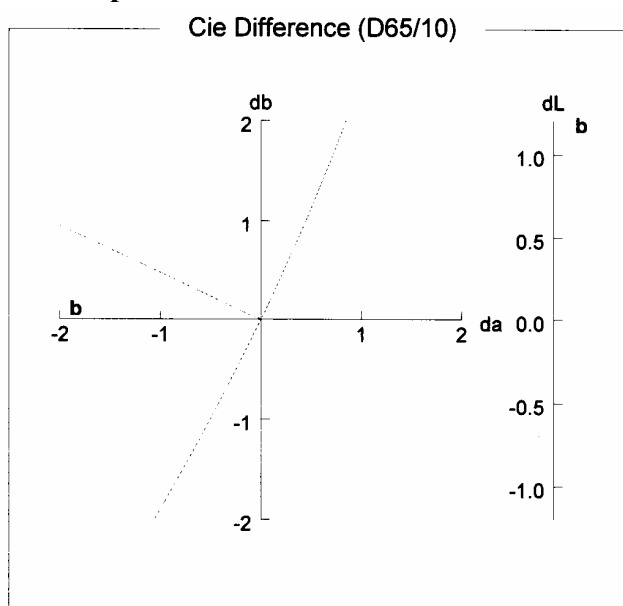
Standard: **bc.21.3.ACP1**  
Batch: **bc.21.3.ACP6**  
Equation: **CMC 1.0, 2.0:1.0**  
Illuminant **D65/10**

**PASS**

Batch is lighter less red less blue

$\frac{DE^*}{2.173}$	$\frac{DL^*}{1.137}$	$\frac{DC^*}{-1.822}$	$\frac{DH^*}{-0.335}$
----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

$\frac{delE}{0.905}$	$\frac{delL}{0.465}$	$\frac{delC}{-0.754}$	$\frac{delH}{-0.188}$
----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------



Obr. 25 Hodnocení přijatelnosti barevné odchylky

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 6) má větší odchylku oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně při hodnocení podle CIE difference, než jak tomu bylo v předcházejících případech, kdy byla nejvyšší odchylka 1,036 a to v případě barvení při nejnižší koncentraci elektrolytu NaCl a nejvyšší konc. alkálie. To se projevilo i na předešlém grafu Cie Diference (Obr. 24), kdy je přece jen nepatrně viditelný rozdíl v poloze vzorků v daném barevném prostoru Lab. Odchylka oproti standardu je podle toleranční rovnice i tentokrát přijata.

### 3.6.8 Barvení bavlny při nejvyšší koncentraci elektrolytu

V tomto případě bylo provedeno barvení opět při nejnižším množství alkálie (5 g/l), avšak při nejvyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l), z důvodu možnosti porovnat, jak se změnil odstín vybarvení při snížení množství alkálie z 10 g/l na 5 g/l. Tyto rozmezí koncentrací jsou uvedeny v receptuře firmy Bezema. Barvení bylo provedeno při stejných délkách lázní, které již byly zvoleny dříve, z důvodu možnosti porovnat vzorky o shodných poměry lázní.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Množství elektrolytu: 90 g/l

Množství alkálie: 5 g/l

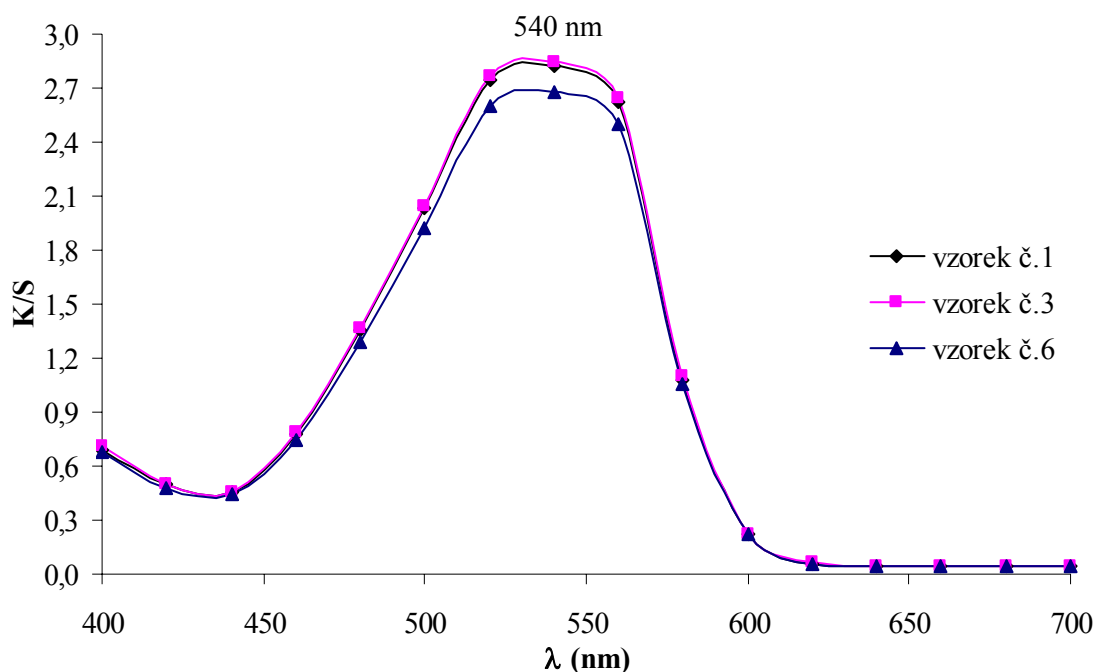
I v tomto případě jsem tedy zvolili nejnižší množství alkálie, tentokrát však při nejvyšším množství elektrolytu. Množství alkálie se vypočítá stejným způsobem jako je uvedeno v předcházející kapitole 3.6.1.

Tab. 28 Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	22,5	1,25	250	1:50
3	26,1	1,45	290	1:58
6	31,5	1,75	350	1:70

### 3.6.9 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



Obr. 26 Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Na obrázku (Obr. 26) je znázorněna závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce. Při porovnání vzorků 1 a 3 můžeme vidět, že jejich průběh v grafu je téměř totožný. Vzorek č. 6 má však již viditelně nižší hodnotu K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm. Při porovnání s obrázkem (Obr. 14), kdy jsou vzorky vybarvené při nejvyšší koncentraci elektrolytu avšak při nejvyšší koncentraci alkálie můžeme zjistit, že i v tomto případě je průběh závislosti vzorků č. 1 a č. 3 téměř totožný. Z důvodu většího počtu vzorků v grafu je jejich průběh v tomto případě hůře pozorovatelný. Stejný případ je viditelný i při střední koncentraci elektrolytu a to na obrázku (Obr. 20). Z toho můžeme opět usoudit, že jsou lépe pozorovatelné rozdíly při nižší koncentraci elektrolytu a tedy při světlejších odstínech vybarvení.

### 3.6.10 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Ze zjištěných hodnot stálosti vyplývá, že při této zkoušce nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými. Použití ustalovače neovlivnilo tedy i v tomto případě stálobarevnost ve vodě. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. U vzorků ustalovaných i neustalovaných při hodnocení stupně zapouštění byla v případě vlny zjištěná velmi dobrá až výborná stálost. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla u všech vzorků zjištěna jen velmi dobrá stálost.

### 3.6.11 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ze zjištěných hodnot lze usuzovat, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S–B byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Nebyl však viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Při posouzení stálosti za sucha byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. U stálosti za mokra byla u všech vzorků dosažena velmi dobrá až výborná stálost.

### 3.6.12 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 29 a Tab. 30) můžeme vidět rozdíly v hodnotách  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 1 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL vzorek č. 6. Pokud porovnáme odchylky  $\Delta E$  vzorků neustalovaných od vzorků ustalovaných REWIN EL, pak jsou jejich hodnoty vyšší než v případě použití přípravku REWIN ACP. Proto použitý ustalovací prostředek REWIN EL způsobuje větší změnu odstínu vybarvené bavlny.

**Tab. 29** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–NU	1–ACP	0,147	0,122	-0,012	0,082	přijatý
3–NU	3–ACP	0,201	0,154	0,016	0,128	přijatý
6–NU	6–ACP	0,609	-0,229	0,545	0,145	přijatý

**Tab. 30** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

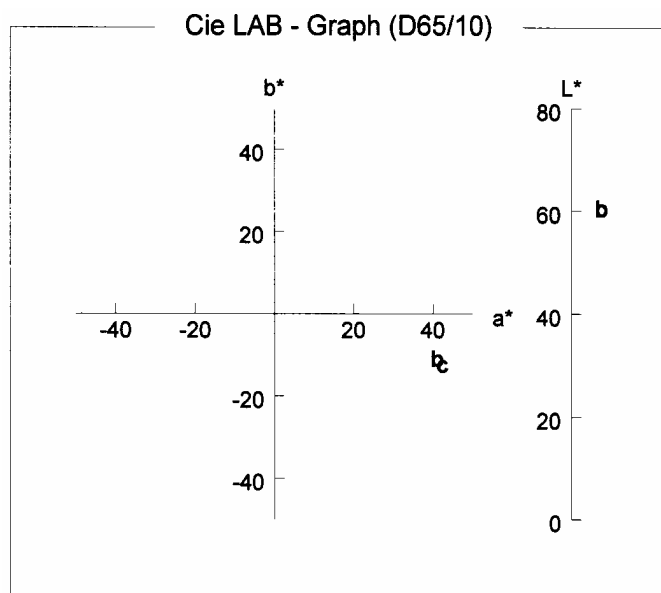
vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–NU	1–EL	1,168	0,028	0,753	0,893	přijatý
3–NU	3–EL	0,755	0,446	0,437	0,425	přijatý
6–NU	6–EL	1,120	-0,022	0,995	0,514	přijatý

Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytečných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

V případě porovnání vzorků s nejnižší a nejvyšší délkou lázně při nejvyšší koncentraci elektrolytu a minimální koncentraci alkálie není pozorován prakticky žádný rozdíl v souřadnicích L, a, b. Dané vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek barvený při nejvyšší koncentraci elektrolytu a nejnižší koncentraci alkálie a současně s nejvyšším poměrem lázně 350 ml (č. 6) má poměrně malou odchylku oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně 250 ml při hodnocení podle CIE difference. Tato odchylka  $\Delta E = 0,864$  je blízká odchylce, která byla určena při barvení s nejvyšší konc. elektrolytu a nejvyšší koncentraci alkálie na grafu (Obr. 16). Odchylka oproti standardu je tedy přijata. Podle těchto výsledků se můžeme domnívat, že snížení koncentrace alkálie s 10 g/l na koncentraci 5 g/l nemá příliš velký vliv na změnu odstínu vybarvení. Pro potvrzení však bude provedeno další porovnávání.

### 3.6.13 Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejnižší koncentraci elektrolytu



b – vzorky s nejnižší konc. alkálie  
c – vzorky s nejvyšší konc. alkálie

vzorek	L	a	b
b	63,12	41,14	-10,06
c	63,10	42,40	-11,40

**Obr. 27** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN ACP při nejvyšší a nejnižší koncentraci alkálie

Výsledné hodnoty L, a, b vybraných vzorků s nejnižší a nejvyšší koncentrací alkálie a současně nejnižší koncentrací elektrolytu se významně neliší. Oba vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Z hlediska měrné světlosti (jasu) L není pozorován žádný rozdíl mezi vybranými vzorky (b, c). Z toho vyplývá, že množství alkálie má zanedbatelný vliv na odstín vybarvení při koncentraci vybarvení 0,5 %.

Pokud provádíme porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  vzorků s nejnižší koncentrací alkálie, které byly zvoleny jako standard se vzorky s nejvyšší koncentrací alkálie byly určené hodnoty odchylek  $\Delta E$  v toleranci. To potvrzuje, že koncentrace alkálie má při této koncentraci vybarvení sice vliv na výsledné vybarvení bavlny, ale ne tak značný jako změna koncentrace elektrolytu. Rozdíl odchylek  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými není příliš velký.

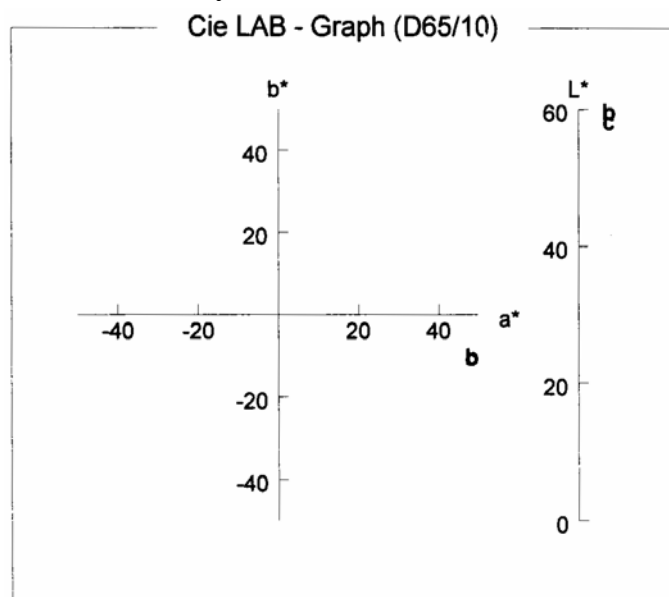


**Tab. 31** Porovnání vzorků s různou koncentrací alkálie

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-ACP, V	1-ACP, N	1,834	0,013	-1,550	0,980	přijatý
1-EL, V	1-EL, N	1,536	0,259	-1,265	0,832	přijatý
1-NU, V	1-NU, N	1,728	0,043	-1,500	0,857	přijatý

Označení vzorků: V – nejvyšší koncentrace alkálie, N – nejnižší koncentrace alkálie

### 3.6.14 Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejvyšší koncentraci elektrolytu



b – vzorky s nejnižší konc. alkálie  
c – vzorky s nejvyšší konc. alkálie

vzorek	L	a	b
b	58,43	48,19	-9,47
c	57,03	48,04	-9,61

**Obr. 28** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN ACP při nejvyšší a nejnižší koncentraci alkálie

Vzorky barvené při nejvyšší a nejnižší koncentraci alkálie a nejvyšší elektrolytu jsou zobrazeny v grafu Cie LAB (Obr. 28). Vzorky se liší na ose měrné světlosti (jasu), kdy vzorek s nejnižší koncentrací alkálie je o něco jasnější. V souřadnicích a, b se tyto vzorky prakticky neliší. Vzorky b, c jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Z tohoto hodnocení opět vyplývá, že změna množství alkálie má nepatrný vliv na odstín vybarvení.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty barevných odchylek  $\Delta E$ . Nebyl však zjištěn příliš velký rozdíl mezi vzorky s nejnižší a nejvyšší koncentrací alkálie, proto byly tyto odchylky přijaty. Zjištěné odchylky  $\Delta E$  jsou však nižší než odchylky  $\Delta E$  zjištěné u vzorků v předcházejícím případě, jenž byly barveny při nejnižší koncentraci elektrolytu. Z toho se dá usuzovat, že u světlejších odstínů vybarvení je vliv koncentrace alkálie více viditelný.

**Tab. 32** Porovnání vzorků s různou koncentrací alkálie

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-ACP, V	1-ACP, N	1,421	-1,405	-0,123	-0,171	přijatý
1-EL, V	1-EL, N	1,186	-1,013	0,566	0,247	přijatý
1-NU, V	1-NU, N	1,224	-1,221	0,072	0,033	přijatý

Označení vzorků: V – nejvyšší koncentrace alkálie, N – nejnižší koncentrace alkálie

### 3.7 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 0,5 % vybarvení při použití jiného elektrolytu Glauberovy soli

#### 3.7.1 Barvení bavlny při nejnižší koncentraci elektrolytu

Dalším cílem této práce bylo zjistit jak se změní odstín vybarvení pokud použijeme jiný elektrolyt. Podle receptury firmy Bezema můžeme použít jako jiný elektrolyt Glauberovu sůl, což je síran sodný dekahydrát, při stejné koncentraci elektrolytu jako dříve a to v rozmezí 10–90 g/l. Barvení bylo provedeno znovu při třech stejných koncentracích elektrolytu a při stejných délkách lázní, které již byly zvoleny dříve, z důvodu možnosti porovnat vzorky se stejnými poměry lázní a koncentrací elektrolytu. Nejprve jsme provedli barvení při nejnižší koncentraci elektrolytu, protože podle předchozích výsledků by měly být nejlépe pozorovatelné změny vybarvení právě při této koncentraci.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 10 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

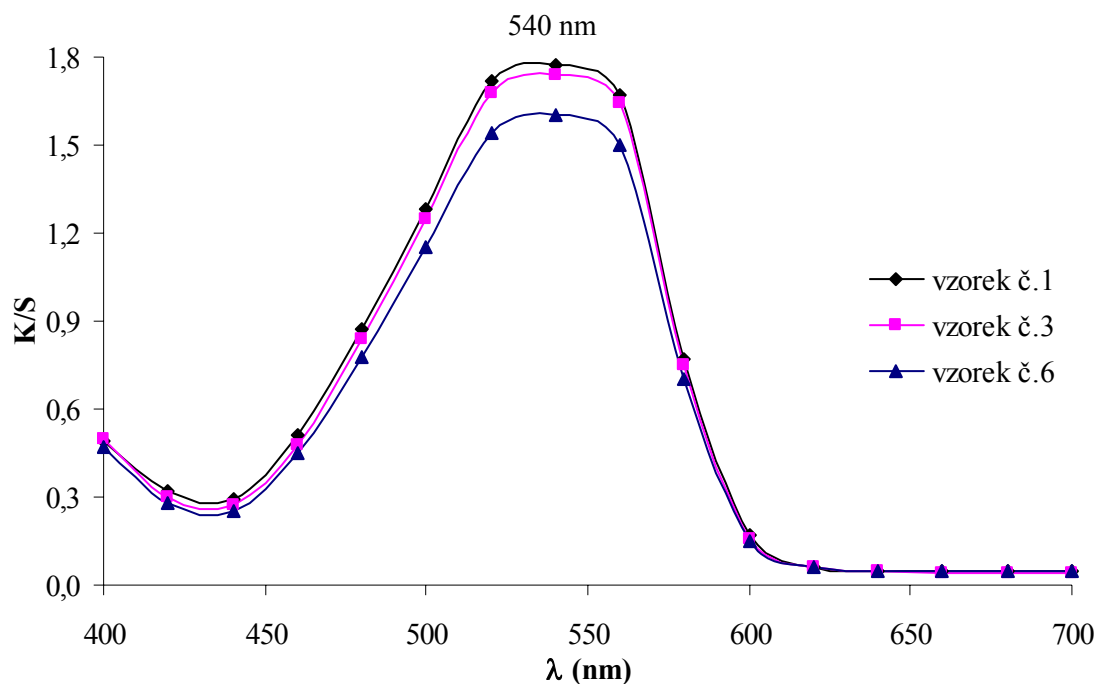
V následující kapitole bylo provedeno paralelní barvení nejprve při nejnižší koncentraci elektrolytu  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ . Množství elektrolytu i alkálie se vypočítá stejným způsobem jako je uvedeno v kapitole 3.5.

Tab. 33 Složení barvicích lázní

vzorek	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ [g]	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	2,5	250	1:50
3	2,9	2,9	290	1:58
6	3,5	3,5	350	1:70

#### 3.7.2 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



**Obr. 29** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Z grafické závislosti (Obr. 29) je patrné že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). Mezi vzorky č. 1 a č. 3 je však mnohem menší rozdíl, než je tomu při barvení s elektrolytem NaCl (stejná koncentrace elektrolytu i alkálie). Můžeme se domnívat, že je to způsobeno změnou elektrolytu. U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.7.3 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Ze zjištěných hodnot stálosti vyplývá, že při zkoušce stálobarevnosti ve vodě mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Při posuzování stupně zapouštění byla u vzorků z vlny, ať už ustalovaných či neustalovaných pozorována velmi dobrá až výborná stálost. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla určena jen velmi dobrá stálost. Stálobarevnost ve vodě reaktivních barviv je velmi dobrá.

### 3.7.4 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ze hodnot zjištěných pomocí dané zkoušky lze usoudit, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S–B byly stálosti v otěru za sucha o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Stálost v otěru za sucha i za mokra byla u vzorků ustalovaných a neustalovaných rozdílná. Vzorky neustalované měly nižší stálosti v otěru než vzorky ustalované. U stálosti v otěru za sucha nebyla u vzorků ustalovaných zjištěna žádná změna odstínu tedy výborná stálost, naproti tomu u vzorků neustalovaných byla již jen velmi dobrá až výborná stálost. V případě stálosti v otěru za mokra byla u vzorků ustalovaných zjištěna velmi dobrá až výborná stálost, kdežto u vzorků neustalovaných byla dosažena jen velmi dobrá stálost. Nebyla určena žádná změna stálosti pokud se změnil ustalovací přípravek REWIN ACP, REWIN EL.

### 3.7.5 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 34 a Tab. 35) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu

měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 1 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL také vzorek č. 6.

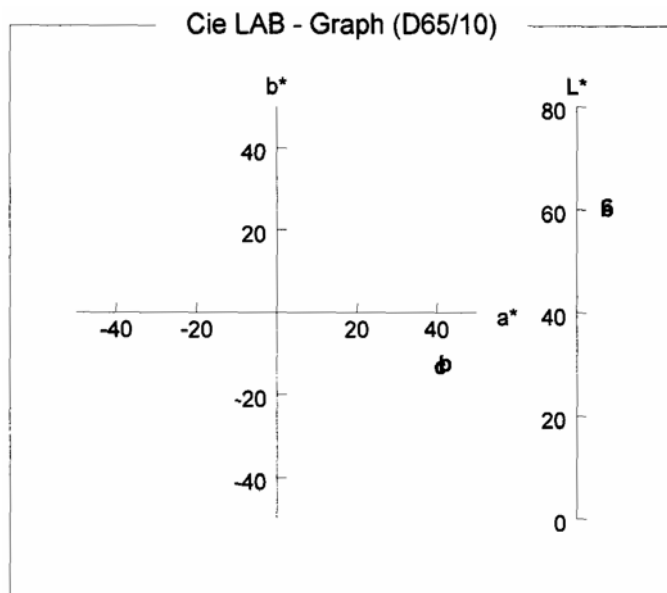
**Tab. 34** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,382	0,198	0,319	0,070	přijatý
3-NU	3-ACP	1,030	0,592	-0,797	0,275	přijatý
6-NU	6-ACP	0,385	0,296	0,022	0,244	přijatý

**Tab. 35** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,009	0,390	0,834	0,414	přijatý
3-NU	3-EL	0,763	0,581	0,105	0,483	přijatý
6-NU	6-EL	0,727	0,487	0,227	0,489	přijatý

### 3.7.6 Grafický záznam výsledků v barevném prostoru $L^*a^*b^*$



b – vzorek s nejnižší délkou lázně  
c – vzorek s nejvyšší délkou lázně

vzorek	L	a	b
b	62,86	42,11	-11,28
c	64,01	40,98	-11,94

**Obr. 30** Grafický záznam výsledků barvení v Cie LAB pro vzorky ustalované prostředkem REWIN ACP

V uvedeném diagramu Cie LAB není příliš viditelný rozdíl mezi jednotlivými vzorky (b, c). Vzorek s nejvyšší délkou lázně (c) je však o něco jasnější. Dané vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

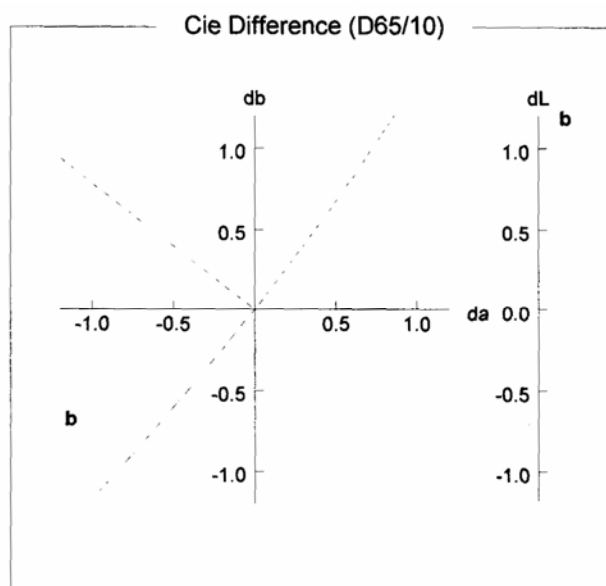
### 3.7.7 Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu

Standard: **bc.26.3.ACP1**  
 Batch: **bc.26.3.ACP6**  
 Equation: **CMC 1.0, 2.0:1.0**  
 Illuminant **D65/10**

**PASS**

Batch is lighter less red bluer

$\frac{DE^*}{1.744}$	$\frac{DL^*}{1.148}$	$\frac{DC^*}{-0.921}$	$\frac{DH^*}{-0.937}$
$\frac{delE}{0.804}$	$\frac{delL}{0.470}$	$\frac{delC}{-0.382}$	$\frac{delH}{-0.529}$



**Obr. 31** Hodnocení přijatelnosti barevné odchylky

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 6) má větší odchylku oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně (při barvení s elektrolytem Glauberova sůl nejnižší koncentrace), podobně jak tomu bylo v případě použití nejnižší koncentrace elektrolytu NaCl i alkálie, kdy zjištěná odchylka  $\Delta E$  byla 2,173. To se opět projevilo i na předešlém grafu (Obr. 30), kdy je přece jen nepatrně viditelný rozdíl v poloze vzorků v daném barevném prostoru Lab. Odchylka oproti standardu je však i tentokrát přijata.

### 3.7.8 Barvení bavlny při střední koncentraci elektrolytu

Barvení probíhalo stejným postupem popsáním v kapitole 3.3.1. Rozdíl je ve složení jednotlivých lázní a také v tom, že byl tentokrát použit jiný elektrolyt Glauberova sůl (o koncentraci 45 g/l).

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 45 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

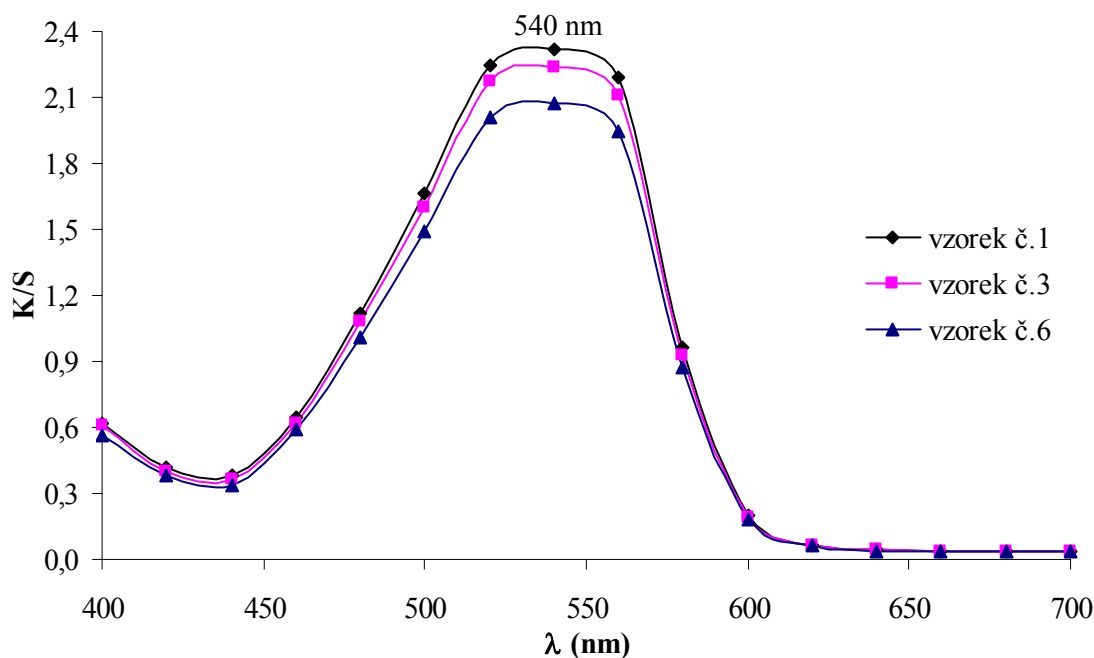
Množství elektrolytu i alkálie se vypočítá stejným způsobem jako je uvedeno v kapitole 3.5. Složení jednotlivých barvicích lázní je uvedeno v následující tabulce (Tab. 36)

**Tab. 36** Složení barvicích lázní

vzorek	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ [g]	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	11,25	2,5	250	1:50
3	13,05	2,9	290	1:58
6	15,75	3,5	350	1:70

### 3.7.9 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



Obr. 32 Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Z grafické závislosti (Obr. 32) je patrné že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). Mezi vzorky č. 1 a č. 3 je však mnohem viditelnější rozdíl, než je tomu u vzorků v předcházejícím případě, kdy je koncentrace stejného elektrolytu nejnižší. U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.7.10 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Ze získaných hodnot stálostí vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Použití ustalovače nijak neovlivnilo stálobarevnost ve vodě. U vzorků ustalovaných i neustalovaných při hodnocení stupně zapouštění byla v případě vlny zjištěná velmi dobrá až výborná stálost. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla zjištěná stálost jen velmi dobrá.

### 3.7.11 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Posouzením stálostí lze zjistit, že u vzorků vybarvených Bezaktiv rot S-B (0,5 %) s elektrolytem Glauberova sůl, byly stálosti v otěru za sucha lepší než stálosti v otěru za mokra. U stálosti v otěru za mokra nebyla pozorována žádná změna odstínu mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. V případě stálosti v otěru za sucha bylo zjištěno, že vzorky neustalované mají o něco nižší stálost než vzorky ustalované. Při tom u vzorků ustalovaných nebyla zjištěna žádná změna odstínu. Tomu odpovídá výborná stálost. Stálosti v otěru u vzorků ustalovaných byly již jen velmi dobré až výborné.

### 3.7.12 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 37 a Tab. 38) můžeme opět vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Nejnižší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných

prostředkem REWIN ACP vzorek č. 1 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL také vzorek č. 6. Při porovnání odchylek  $\Delta E$  získaných při stejné koncentraci elektrolytu i alkálie, kdy použitým elektrolytem byl chlorid sodný bylo zjištěno, že získané odchylky  $\Delta E$  jsou v tomto případě větší, až na jedinou a to 1,087 v tabulce (Tab. 38). Všechny vzorky byly přijaty, to znamená, že odchylky  $\Delta E$  mezi vzorky a standardy jsou v toleranci. Nejsou viditelné téměř žádné rozdíly mezi odchylkami vzorků s různým poměrem lázní.

**Tab. 37** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,405	0,252	-0,248	0,198	přijatý
3-NU	3-ACP	0,693	0,534	-0,392	0,202	přijatý
6-NU	6-ACP	0,546	-0,321	0,415	0,154	přijatý

**Tab. 38** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,002	0,172	0,792	0,588	přijatý
3-NU	3-EL	1,087	0,514	0,749	0,598	přijatý
6-NU	6-EL	0,794	0,231	0,516	0,558	přijatý

Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytečných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

Ani při této koncentraci elektrolytu není mezi vzorky s nejvyšší a nejnižší délkou lázně téměř viditelný rozdíl v poloze vzorků v barevném prostoru Lab. Dané vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně 350 ml (č. 6) má mnohem větší odchylku  $\Delta E = 1,726$  oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně 250 ml při hodnocení podle CIE difference, než jak tomu bylo v případě použití stejné koncentrace elektrolytu NaCl i alkálie, kdy zjištěná odchylka byla 0,840 (str.46). Odchylka oproti standardu je však i tentokrát přijata.

### 3.7.13 Barvení bavlny při nejvyšší koncentraci elektrolytu

V tomto experimentu bylo provedeno barvení při nejvyšší koncentraci elektrolytu Glauberova sůl. Barvení bylo provedeno při stejných délkách lázní, jako byly zvoleny v předcházejících případech při použití NaCl elektrolytu, aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky. Pro jednotlivé objemy byly opět přepočítané množství elektrolytu i alkálie pro zachování stejné koncentrace.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 0,5 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 0,25 g

Použitý elektrolyt:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 90 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

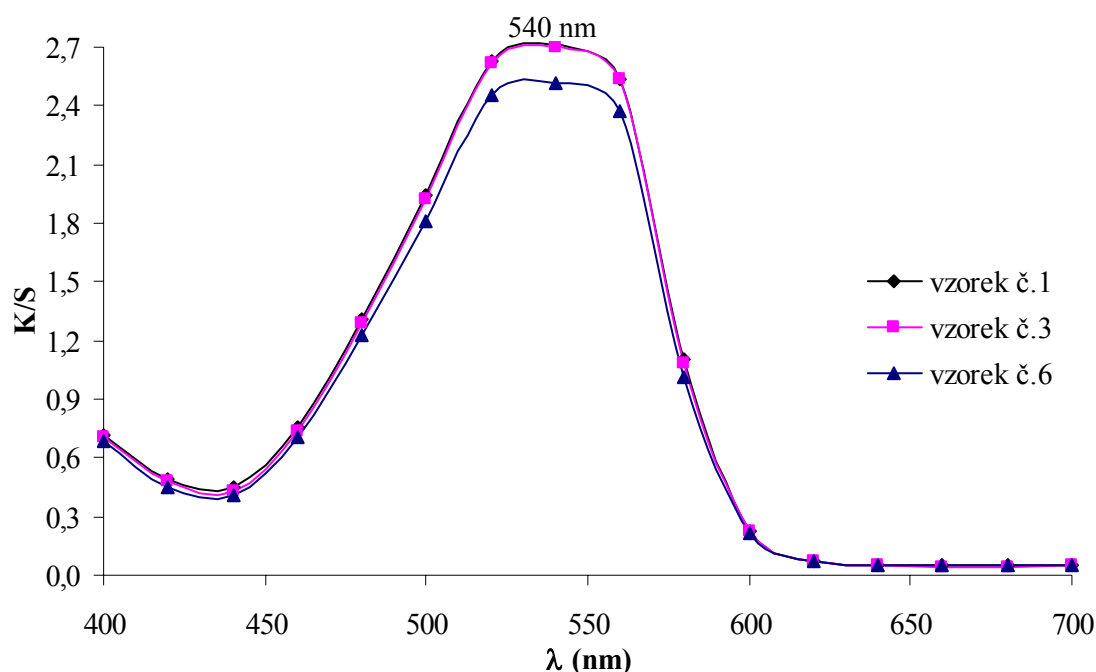
Množství elektrolytu i alkálie se vypočítá stejným způsobem jako je uvedeno v kapitole 3.5. Výsledné složení barvicích lázní je uvedeno v následující tabulce (Tab. 39).

Tab. 39 Složení barvicích lázní

vzorek	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 10 H <sub>2</sub> O [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	22,5	2,5	250	1:50
3	26,1	2,9	290	1:58
6	31,5	3,5	350	1:70

### 3.7.14 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byly opět použity dva ustalovací prostředky REWIN ACP a REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.3.2.



Obr. 33 Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP

Z grafické závislosti (Obr. 33) je patrné, že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S při vlnové délce ( $\lambda_{\max}$ ). Při porovnání vzorků 1 a 3 můžeme vidět, že jejich průběh v grafu je téměř totožný. Vzorek č. 6 má však odlišný průběh křivky v okolí maxima než vzorky 1 a 3. U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.7.15 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Ze zjištěných hodnot stálosti vyplývá, že mezi vzorky ustalovanými i neustalovanými není žádný rozdíl. Při hodnocení změny odstínu byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. Použití ustalovače neovlivnilo stálobarevnost ve vodě. Při hodnocení stupně zapouštění byla u vzorků ustalovaných i neustalovaných pozorována velmi dobrá až výborná stálost a to v případě vzorků vlny. Při posouzení stupně zapouštění do bavlny byla zjištěna jen velmi dobrá stálost.

### 3.7.16 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ze zjištěných hodnot vyplývá, že stálosti v otěru za sucha byly o něco lepší než stálosti v otěru za mokra. Nebyl však viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. V případě stálosti



za sucha byl u všech vzorků zjištěn stupeň 5, což je beze změny odstínu. U stálostí za mokra byla u všech vzorků dosažena jen velmi dobrá až výborná stálost.

### 3.7.17 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedených tabulkách (Tab. 40 a Tab. 41) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky byly přijaty. Nejnižší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN ACP vzorek č. 3 a v případě vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL také vzorek č. 6.

**Tab. 40** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN ACP

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-ACP	0,814	-0,145	0,778	0,190	přijatý
3-NU	3-ACP	0,461	0,360	-0,178	0,227	přijatý
6-NU	6-ACP	0,658	0,563	-0,290	0,178	přijatý

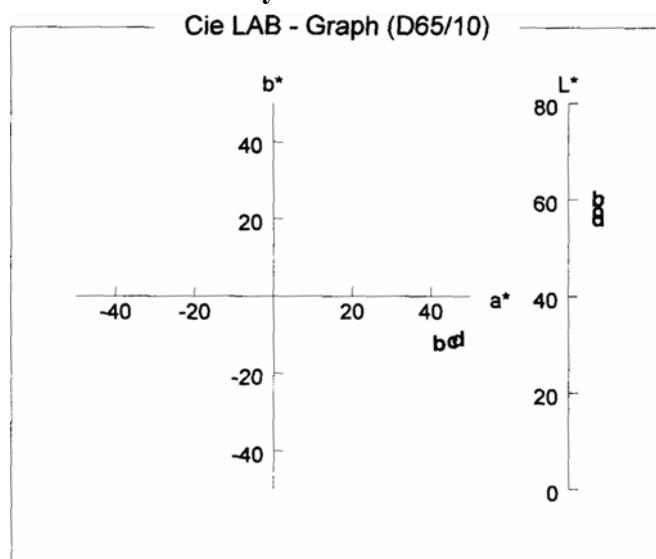
**Tab. 41** Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,329	0,113	1,124	0,700	přijatý
3-NU	3-EL	0,934	0,357	0,587	0,632	přijatý
6-NU	6-EL	0,826	0,481	0,459	0,490	přijatý

Ani při této koncentraci elektrolytu není při porovnání vzorků s nejvyšší a nejnižší délkou lázně příliš viditelný rozdíl mezi danými vzorky v barevném prostoru Lab, proto graf není uveden. Vzorek s nejvyšší délkou lázně je však mírně jasnější. Vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně 350 ml (č. 6) má nepatrně větší odchylku  $\Delta E = 1,052$  oproti standardu, kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně 250 ml při hodnocení podle CIE difference, než jak tomu bylo v případě použití elektrolytu NaCl při stejné koncentraci elektrolytu i alkálie, kdy zjištěná odchylka byla 0,886. Odchylka  $\Delta E$  oproti standardu je však i tentokrát přijata.

### 3.7.18 Porovnání vzorků barvených při 0,5 % vybarvení při různé koncentraci Glauberovy soli



b – vzorek s nejnižší konc. elektrolytu  
c – vzorek se střední konc. elektrolytu  
d – vzorek s nejvyšší konc. elektrolytu

vzorek	L	a	b
b	62,86	42,11	-11,28
c	60,18	45,66	-10,57
d	58,49	47,12	-10,03

**Obr. 34** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN ACP při různé koncentraci elektrolytu

Na grafu je viditelný rozdíl mezi jednotlivými vzorky. Všechny vzorky jsou však v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Nejjasnější a současně nejsvětější je vzorek barvený při nejnižší koncentraci elektrolytu (b). Z hodnot souřadnic L, a, b vyplývá, že množství elektrolytu má vliv na odstín vybarvení.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty barevných odchylek  $\Delta E$ . Jako standardy byly zvoleny vzorky s nejnižší koncentrací elektrolytu. Při porovnání se vzorky ze střední a nejvyšší koncentraci elektrolytu je vidět značné odchylky  $\Delta E$  mezi jednotlivými vzorky. Pokud porovnáme odchylky  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými nezjistíme příliš velký rozdíl.

**Tab. 42** Porovnání vzorků o různé koncentraci elektrolytu

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-ACP, S	1-ACP, N	4,507	-2,686	3,270	1,552	nepřijatý
1-ACP, V	1-ACP, N	6,763	-4,369	4,578	2,385	nepřijatý
1-EL, S	1-EL, N	3,952	-2,414	2,745	1,501	nepřijatý
1-EL, V	1-EL, N	6,874	-4,436	4,748	2,243	nepřijatý
1-NU, S	1-NU, N	4,128	-2,632	2,704	1,674	nepřijatý
1-NU, V	1-NU, N	7,345	-4,713	5,038	2,521	nepřijatý

Označení vzorků:

N – nejnižší koncentrace elektrolytu, S – střední konc. elektrolytu, V – nejvyšší konc. elektrolytu

Pokud posuzujeme rozdíl mezi odchylkami zjištěnými při použití elektrolytu NaCl a Glauberovy soli je patrné, že odchylky v případě chloridu sodného jsou vyšší. Z toho lze usuzovat, že vliv chloridu sodného na výsledný odstín vybarvení je větší. Proto se více používá jako elektrolyt chlorid sodný, přestože není šetrný k životnímu prostředí.

### 3.8 Barvení bavlny BEZAKTIV ROT S–B při 2 % koncentraci vybarvení

#### 3.8.1 Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci NaCl

Bylo provedeno barvení při zvýšené koncentraci vybarvení, jehož účelem bylo zjistit zda se bude nějak odlišovat oproti barvení při nižší koncentraci vybarvení. Tentokrát jsme barvili jen při dvou délkách lázní a to nejvyšší (1:70) a nejnižší (1:50). Barvení proběhlo za stejných podmínek na stejném zařízení. Rozdíl byl pouze ve složení jednotlivých lázní a v navážce barviva ta se vypočítala následovně.

Výpočet navážky barviva:

5 g bavlny ..... 100 %

x g barviva ..... 2 %

$$x = \frac{2}{100} \cdot 5 = 0,1 \text{ g barviva} \cdot f_{zr} = 0,1 \text{ g} \cdot \frac{500}{50} = 1 \text{ g (100 \%)} \text{ barviva}$$

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 2 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 1 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Množství elektrolytu: 10 a 90 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

V tomto případě jsem si zvolili nejmenší množství elektrolytu a to u lázní 1 a 2. Vzorků 3 a 4 byly naopak barveny při nejvyšším množství elektrolytu. Při výpočtu množství elektrolytu jsme postupovali stejným postupem jako v kapitole 3.5.

**Tab. 43** Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	2,5	250	1:50
2	3,5	3,5	350	1:70
3	22,5	2,5	250	1:50
4	31,5	3,5	350	1:70

### 3.8.2 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byl použit ustalovací prostředek REWIN EL, protože díky větším odchylkám oproti vzorku neustalovaným zjištěným při 0,5 % koncentraci vybarvení dá předpokládat, že více ovlivňuje odstín vybarvené bavlny než v případě všeobecného ustalovacího prostředku REWIN ACP. Proto nás zajímalo, zda při vyšší koncentraci vybarvení bude tento ustalovací prostředek více ovlivňovat odstín vybarvené bavlny.

Výpočet přípravy zásobního roztoku:

2,5 g bavlny . . . . . 100 %

x g ustalovače . . . . . 3 %

$$x = \frac{3}{100} \cdot 2,5 = 0,075 \text{ g}$$

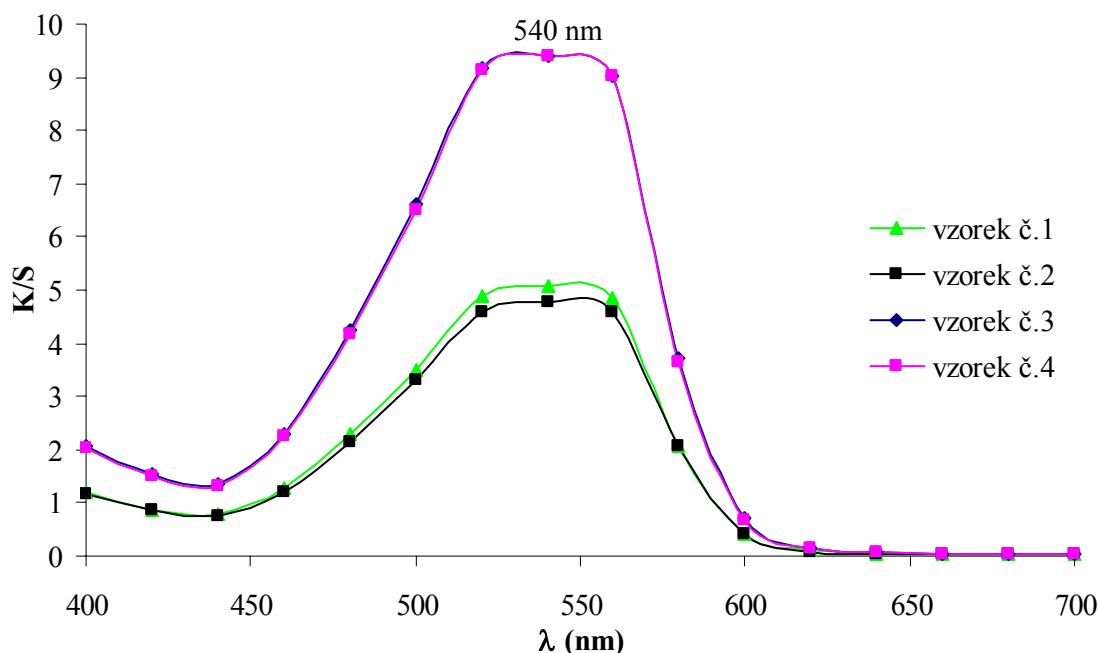
pokud chceme pipetovat ze zásobního roztoku 10 ml pak:

10 ml ustalovače. . . . . 0,102 g

100 ml ustalovače . . . . . x g

$$x = \frac{100}{10} \cdot 0,075 = 7,5 \text{ g} \approx 7,5 \text{ ml (hustota je totiž přibližně jednotková)}$$

Do odměrné baňky bylo pipetováno 7,5 ml ustalovače a doplněno do 1 litru. Z tohoto zásobního roztoku bylo následně pipetováno 10 ml k němuž bylo přidáno přibližně 130 ml vody, což je dáno zvoleným poměrem lázně.



**Obr. 35** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL

Z grafické závislosti (Obr. 35) můžeme usuzovat, že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S a to zejména při nejnižší koncentraci elektrolytu. Při nejvyšší koncentraci elektrolytu tento rozdíl už není tak patrný. To je zřejmě způsobeno tím, že tmavších odstínů je hůře pozorovatelný rozdíl. A to zvláště v případě elektrolytu NaCl. Stejně tak je patrné i to, že se zvyšujícím se množstvím elektrolytu roste i hodnota K/S, což můžeme pozorovat na grafu (Obr. 35), kde je značný rozdíl mezi vzorky č. 2 a č. 4, které mají stejnou délku lázně. U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.8.3 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Tabulka (Tab. 44) nám naznačuje, že jsou již mírně viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými při nejvyšší koncentraci elektrolytu, z čehož se dá předpokládat. Stupeň zapouštění do bavlny je větší než do vlny. Přesto však nebyla pozorována žádná změna odstínu vybarvené bavlny. Zejména u bavlny je viditelný i rozdíl ve stálostech vzorků barvených při nejvyšší a nejnižší koncentraci elektrolytu a to u vzorků neustalovaných.

**Tab. 44** Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

Stupeň zapouštění			Změna odstínu
vzorek	bavlna	vlna	
1-EL	4	4 – 5	5
2-EL	4	4 – 5	5
3-EL	4	4 – 5	5
4-EL	4	4 – 5	5
1-NU	4	4 – 5	5
2-NU	4	4 – 5	5
3-NU	3 – 4	4	5
4-NU	4	4 – 5	5

### 3.8.4 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Z tabulky (Tab. 45) vyplývá, že stálosti v otěru za mokra jsou horší, než stálosti v otěru za sucha. Vzorky barvené při nižší koncentraci elektrolytu mají viditelně lepší stálosti než vzorky barvené při vyšší koncentraci elektrolytu. Rozdíl mezi stálostmi vzorků ustalovaných a neustalovaných není téměř žádný.

Tab. 45 Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru		
vzorek	za sucha	za mokra
1–EL	4 – 5	3 – 4
2–EL	4 – 5	3 – 4
3–EL	4	3
4–EL	4	3
1–NU	4 – 5	3 – 4
2–NU	4 – 5	3 – 4
3–NU	3 – 4	3
4–NU	4	3

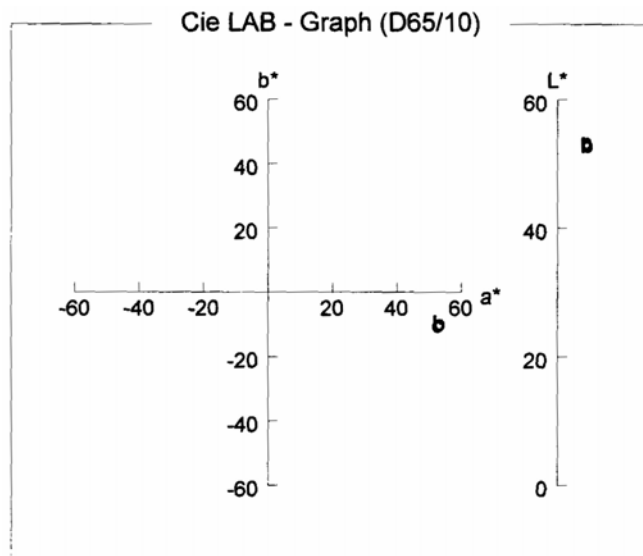
### 3.8.5 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V tabulce (Tab. 46) jsou uvedeny rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky byly přijaty. Nejnižší odchylku oproti standardu  $\Delta E$  měl u vzorků barvených při nejnižší koncentraci elektrolytu vzorek č. 1. U vzorků barvených při nejvyšší koncentraci elektrolytu měl nejnižší odchylku  $\Delta E$  vzorek č. 3. Odchylky  $\Delta E$  zjištěné při vyšší koncentraci vybarvení jsou o něco vyšší než odchylky  $\Delta E$  získané při nižší koncentraci vybarvení (0,5 %), z čehož se dá usuzovat, že REWIN EL více ovlivňuje změnu odstínu vybarvení bavlny, než jak tomu bylo při nižší koncentraci vybarvení. To se dalo předpokládat. Podle velikosti odchylek  $\Delta E$ , které se vzájemně příliš neliší můžeme konstatovat, že na účinnost ustalovacího prostředku nemá vliv množství elektrolytu. Při porovnání s odchylkami zjištěnými při 0,5 % koncentraci vybarvení jsou dané odchylky nepatrně vyšší.

Tab. 46 Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–NU	1–EL	1,125	0,317	0,668	0,849	přijatý
2–NU	2–EL	1,137	0,831	0,561	0,536	přijatý
3–NU	3–EL	1,120	0,354	0,832	0,661	přijatý
4–NU	4–EL	1,185	0,417	0,275	1,074	přijatý

### 3.8.6 Grafický záznam výsledků v barevném prostoru L\*a\*b\*



b – ustalovaný EL s nejnížší délkou lázně  
c – ustalovaný EL s nejvyšší délkou lázně

vzorek	L	a	b
b	51,81	53,18	-8,40
c	52,28	52,64	-8,81

Obr. 36 Grafický záznam výsledků barvení v Cie LAB pro vzorky ustalované prostředkem REWIN EL

V daném diagramu (Obr. 36) Cie LAB není příliš viditelný rozdíl mezi vzorky barvenými při nejvyšší a nejnížší délce lázně. Stejně je tomu i při nejvyšší koncentraci elektrolytu. Vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Zvyšování délky lázně nemá tedy ani při vyšší koncentraci vybarvení téměř žádný vliv. Další zvyšování délky lázně nemá smysl hlavně z důvodu ekonomické nevýhodnosti.

### 3.8.7 Hodnocení barevné odchylky vzorku oproti standardu

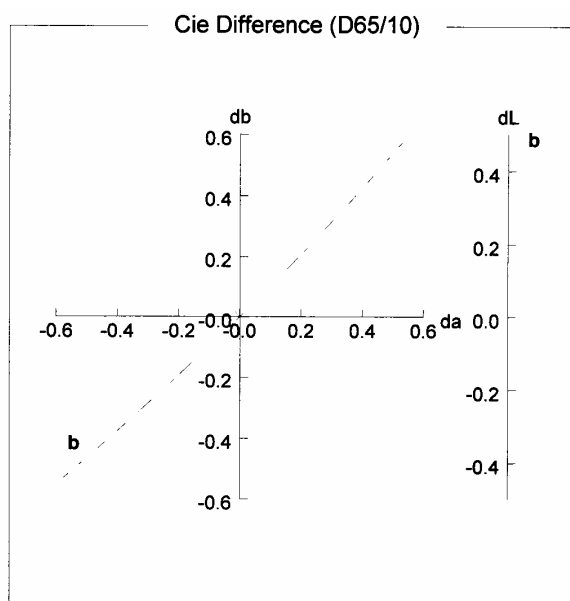
Standard: **bc.8.4.EL1**  
Batch: **bc.8.4.EL2**  
Equation: **CMC 1.0, 2.0:1.0**  
Illuminant **D65/10**

**PASS**

Batch is lighter less red bluer

$\frac{DE^*}{0.824}$   $\frac{DL^*}{0.468}$   $\frac{DC^*}{-0.471}$   $\frac{DH^*}{-0.487}$

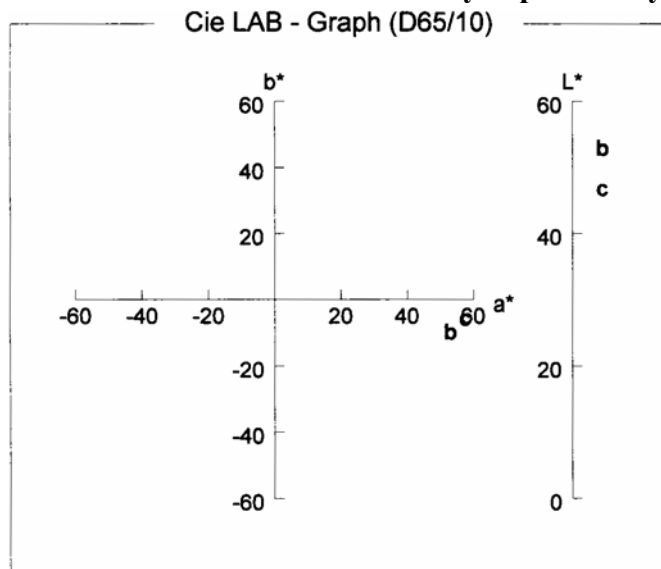
$\frac{delE}{0.376}$   $\frac{delL}{0.211}$   $\frac{delC}{-0.178}$   $\frac{delH}{-0.255}$



Obr. 37 Hodnocení přijatelnosti barevné odchylky

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 2) má jen malou odchylku oproti standardu, kterým je vzorek s nejnížším poměrem lázně při hodnocení podle CIE difference a to  $\Delta E = 0,824$ . V případě vzorků barvených při vyšší koncentraci elektrolytu je odchylka ještě o něco nižší ( $\Delta E = 0,515$ ). Proto se můžeme domnívat, že u tmavších odstínů je rozdíl hůře pozorovatelný. Odchylka oproti standardu byla v obou případech přijata.

### 3.8.8 Porovnání vzorků barvených při 2 % vybarvení při různé koncentraci NaCl



b – vzorek s nejnižší konc. elektrolytu

c – vzorek s nejvyšší konc. elektrolytu

vzorek	L	a	b
b	51,81	53,18	-8,40
c	45,76	57,40	-4,35

**Obr. 38** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL o objemu 250 ml při různé koncentraci elektrolytu

Na grafu (Obr. 38) je viditelný rozdíl mezi oběma vzorky. Všechny vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Nejjasnější a současně nejsvětlejší je vzorek barvený při nejnižší koncentraci elektrolytu. Z čehož vyplývá, že množství elektrolytu má vliv na odstín vybarvení.

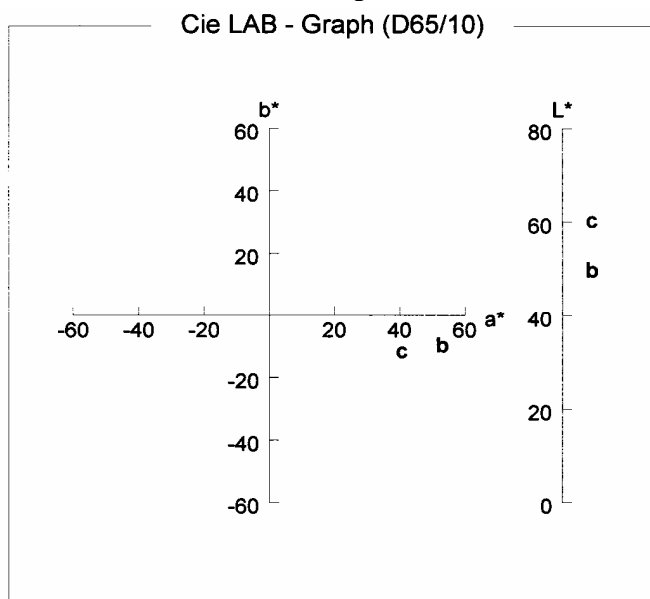
Pokud provádíme porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  vzorků s nejnižší koncentrací elektrolytu, které byly vždy zvoleny jako standard se vzorky z nejvyšší koncentrací elektrolytu je vidět značné odchylky  $\Delta E$  mezi jednotlivými vzorky. To potvrzuje, že koncentrace elektrolytu má vliv na vybarvení bavlny. Rozdíl odchylek  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými není příliš velký. Pokud porovnáme tyto odchylky  $\Delta E$  s odchylkami získanými při nižší koncentraci vybarvení zjistíme, že jsou odchylky v tabulce (Tab. 47) o něco nižší, z čehož se dá usuzovat, že zvyšováním koncentrace vybarvení snižujeme vliv množství elektrolytu NaCl.

**Tab. 47** Porovnání vzorků o různé koncentraci elektrolytu

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
3-EL, V	1-EL, N	8,418	-6,052	3,725	4,513	nepřijatý
3-NU, V	1-NU, N	8,372	-6,016	3,889	4,334	nepřijatý
4-EL, V	2-EL, N	9,057	-6,301	4,516	4,684	nepřijatý
4-NU, V	2-NU, N	9,486	-6,715	4,230	5,196	nepřijatý

Označení vzorků: N – nejnižší konc. elektrolytu, V – nejvyšší konc. elektrolytu

### 3.8.9 Porovnání vzorků při různé koncentraci vybarvení



b – vzorek s nejvyšší konc. vybarvení

c – vzorek s nejnižší konc. vybarvení

vzorek	L	a	b
b	51,81	53,18	-8,40
c	63,12	40,68	-10,33

**Obr. 39** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL o objemu 250 ml při různé koncentraci vybarvení

Na grafu (Obr. 39) můžeme vidět rozdíl mezi vzorky o nejvyšší (2 %) a nejnižší (0,5 %) koncentraci vybarvení, což je samozřejmé. Všechny vzorky jsou však v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Vzorek o nejnižší koncentraci vybarvení je mnohem jasnější. Naproti tomu vzorek o vyšší koncentraci je červenější. Z čehož vyplývá, že koncentrace vybarvení má značný vliv na výsledný odstín.

### 3.8.10 Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci elektrolytu Glauberovy soli

Stejně jako jsme změnili druh elektrolytu při koncentraci vybarvení 0,5 %, jsme učinili i tentokrát. Opět jsme barvili jen při dvou délkách lázní a to nejvyšší a nejnižší. Množství elektrolytu i alkálie se vypočítá stejným způsobem jako je uvedeno v kapitole 3.8.1.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 2 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 1 g

Použitý elektrolyt:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Použitá alkálie:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Množství elektrolytu: 10 a 90 g/l

Množství alkálie: 10 g/l

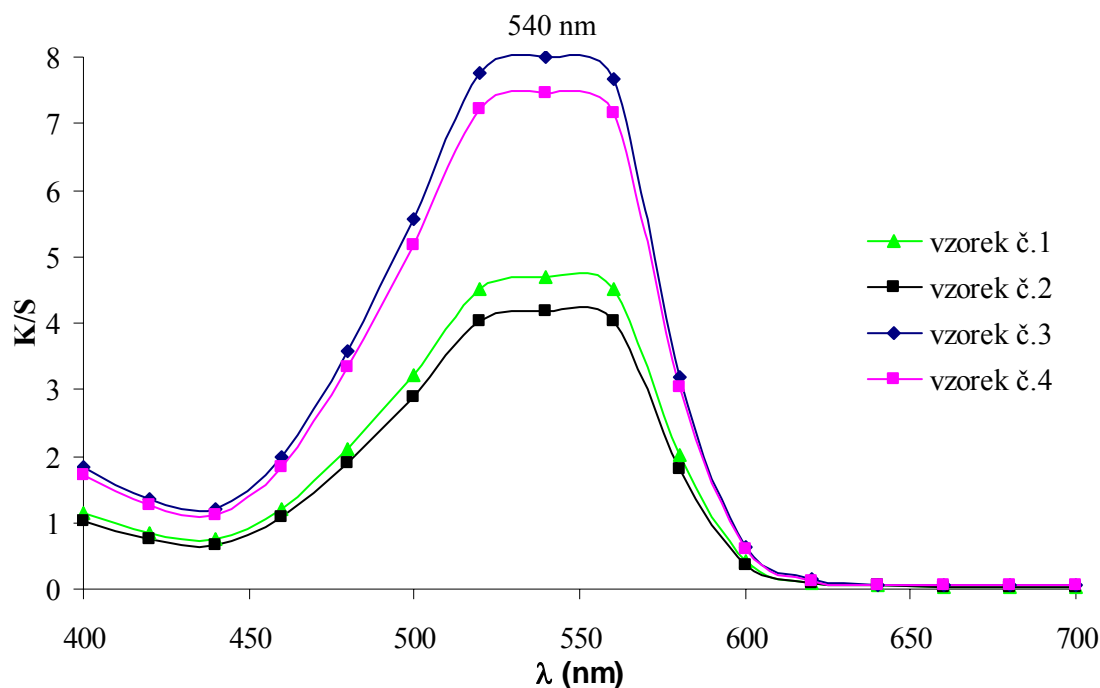
**Tab. 48** Složení barvicích lázní

vzorek	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ [g]	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	2,5	250	1:50
2	3,5	3,5	350	1:70
3	22,5	2,5	250	1:50
4	31,5	3,5	350	1:70

### 3.8.11 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byl použit pouze ustalovací prostředek REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.8.2.





**Obr. 40** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL

Na grafu (Obr. 40) můžeme vidět, že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S a to jak při nejnižší tak i nejvyšší koncentraci elektrolytu. Což je jistý rozdíl oproti barvení s elektrolytem NaCl, kdy nebyl pozorován žádný rozdíl mezi vzorkem č. 1 a č. 2 při nejvyšší koncentraci elektrolytu. To si můžeme vysvětlovat tím, že vliv Glauberovy soli není tak velký jako NaCl a proto je rozdíl lépe viditelný. Opět je patrné, že se zvyšujícím se množstvím elektrolytu roste i hodnota K/S. U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.8.12 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

Stálosti vzorků barvených s elektrolytem  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  se nijak neodlišují od stálostí zjištěných v případě barvení s elektrolytem NaCl. Jak již bylo řečeno je již viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými, při nejvyšší koncentraci elektrolytu. Stupeň zapouštění do bavlny je větší než do vlny. Stále však nebyla pozorována žádná změna odstínu vybarvené bavlny.

**Tab. 49** Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

vzorek	Stupeň zapouštění		Změna odstínu
	bavlna	vlna	
1-EL	4	4 – 5	5
2-EL	4	4 – 5	5
3-EL	4	4 – 5	5
4-EL	4	4 – 5	5
1-NU	4	4 – 5	5
2-NU	4	4 – 5	5
3-NU	3 – 4	4	5
4-NU	3 – 4	4	5

### 3.8.13 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Ani tentokrát se stálosti vybarvení v otěru vzorků barvených s elektrolytem  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$  se nijak neodlišují od stálosti zjištěných v případě barvení s elektrolytem  $\text{NaCl}$ . Z tabulky (Tab. 50) vyplývá, že stálosti v otěru za mokra jsou horší, než stálosti v otěru za sucha. Vzorky barvené při nižší koncentraci elektrolytu mají viditelně lepší stálosti než vzorky barvené při vyšší koncentraci elektrolytu. Rozdíl mezi stálostmi vzorků ustalovaných a neustalovaných není téměř žádný.

Tab. 50 Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru		
vzorek	za sucha	za mokra
1-EL	4 – 5	3 – 4
2-EL	4 – 5	3 – 4
3-EL	4 – 5	3
4-EL	4	3
1-NU	4 – 5	3 – 4
2-NU	4 – 5	3 – 4
3-NU	4	3
4-NU	4	3

### 3.8.14 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedené tabulce (Tab. 51) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky byly přijaty. Nejnížší odchylku  $\Delta E$  oproti standardu měl v případě vzorků barvených při nejnižší koncentraci elektrolytu vzorek č. 2 a v případě vzorků barvených při nejvyšší koncentraci elektrolytu vzorek č. 4. Ani v tomto případě se odchylky příliš nelišili. Což potvrzuje názory uvedené v kapitole 3.8.5

Tab. 51 Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,214	0,941	0,354	0,680	přijatý
2-NU	2-EL	1,040	0,789	-0,036	0,676	přijatý
3-NU	3-EL	1,287	-0,148	0,729	1,051	přijatý
4-NU	4-EL	0,987	0,380	0,521	0,747	přijatý

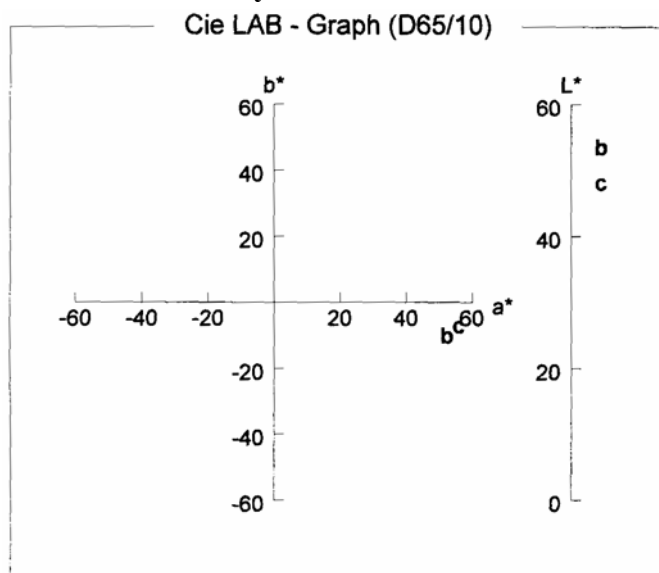
Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytečných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

Ani pokud změníme elektrolyt neprojeví se mezi vzorky barvenými při nejvyšší a nejnižší délce lázně příliš velké rozdíl v poloze vzorků v barevném prostoru. Stejně je tomu i při nejvyšší koncentraci elektrolytu tentokrát však  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ . Rozdíly jsou však o něco patrnější než v případě vzorků barvených s elektrolytem  $\text{NaCl}$ . Vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 2) má větší odchylku oproti standardu  $\Delta E = 1,655$ , kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně při hodnocení podle Cie difference, než jak tomu bylo v případě použití elektrolytu  $\text{NaCl}$  při stejné koncentraci elektrolytu i alkálie, kdy zjištěná odchylka byla 0,798. Což potvrzuje i to že jsou patrnější rozdíly mezi vzorky při jejich znázornění v Lab prostoru.

V případě vzorků barvených při vyšší koncentraci elektrolytu je odchylka nižší ( $\Delta E = 0,798$ ), neklesá však ani v tomto případě pod odchylku zjištěnou u vzorků barvených s použitím elektrolytu NaCl. Odchylka oproti standardu je v obou případech přijata.

### 3.8.15 Porovnání vzorků barvených při 2 % vybarvení při různé koncentraci Glauberovy soli



b – vzorek s nejnižší konc. elektrolytu  
c – vzorek s nejvyšší konc. elektrolytu

vzorek	L	a	b
b	52,38	52,29	-8,89
c	47,78	55,73	-6,24

**Obr. 41** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL o objem 250 ml při různé koncentraci elektrolytu

Na grafu (Obr. 41) je viditelný rozdíl mezi oběma vzorky. Všechny vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Nejjasnější a současně nejsvětější je vzorek barvený při nejnižší koncentraci elektrolytu. Z čehož vyplývá, že množství elektrolytu má vliv na odstín vybarvení.

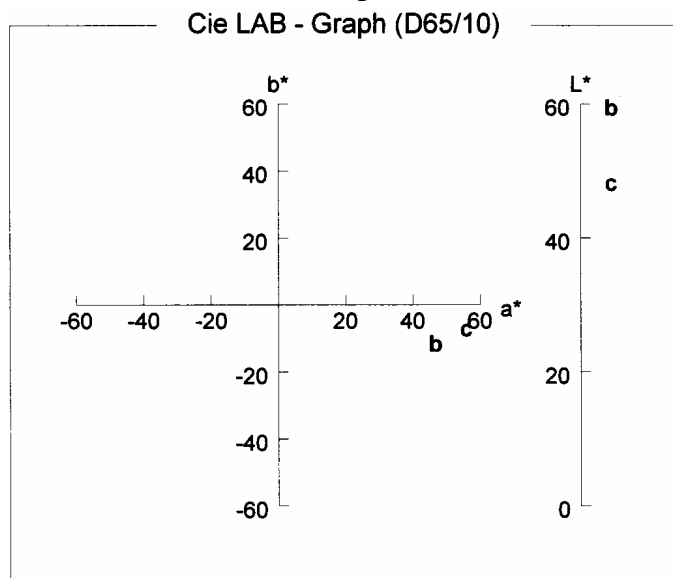
Pokud provádíme porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  vzorků s nejnižší koncentrací elektrolytu, které byly vždy zvoleny jako standard se vzorky z nejvyšší koncentrací elektrolytu je vidět značné odchylky  $\Delta E$  mezi jednotlivými vzorky. Z toho vyplývá, že koncentrace elektrolytu má vliv na vybarvení bavlny. Zjištěné odchylky  $\Delta E$  jsou však menší než odchylky získané u vzorků barvených s elektrolytem NaCl. Z toho vyplývá, že větší vliv na odstín vybarvení má elektrolyt NaCl.

**Tab. 52** Porovnání vzorků o různé koncentraci elektrolytu

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
3–EL, V	1–EL, N	7,083	-5,303	3,191	3,445	nepřijatý
3–NU, V	1–NU, N	8,246	-6,391	3,566	3,797	nepřijatý
4–EL, V	2–EL, N	7,958	-5,980	3,552	3,868	nepřijatý
4–NU, V	2–NU, N	8,542	-6,389	4,109	3,907	nepřijatý

Označení vzorků: N – nejnižší konc. elektrolytu, V – nejvyšší konc. elektrolytu

### 3.8.16 Porovnání vzorků při různé koncentraci vybarvení



b – vzorek s nejnižší konc. vybarvení  
c – vzorek s nejvyšší konc. vybarvení

vzorek	L	a	b
b	47,08	55,92	-5,91
c	58,24	46,68	-10,45

**Obr. 42** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL o objemu 250 ml při různé koncentraci vybarvení

Na grafu (Obr. 42) můžeme vidět rozdíl mezi vzorky o nejvyšší (2 %) a nejnižší (0,5 %) koncentraci vybarvení, což se dalo předpokládat. Všechny vzorky jsou však v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Vzorek o nejnižší koncentraci (b) vybarvení je mnohem jasnější. Naproti tomu vzorek o vyšší koncentraci (c) je červenější. Z čehož vyplývá, že koncentrace vybarvení má značný vliv na výsledný odstín.

### 3.8.17 Barvení bavlny při nejnižší a nejvyšší koncentraci elektrolytu a při nejnižší koncentraci elektrolytu

Stejně tak jako při koncentraci vybarvení 0,5 % jsem provedli barvení za snížené koncentrace alkálie. Barvení bylo provedeno při stejných délkách lázní, jako byly zvoleny v předcházejících případech, aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky.

KONCENTRACE VYBARVENÍ: 2 %

NAVÁŽKA BARVIVA: 1 g

Použitý elektrolyt: NaCl

Použitá alkálie: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Množství elektrolytu: 10 a 90 g/l

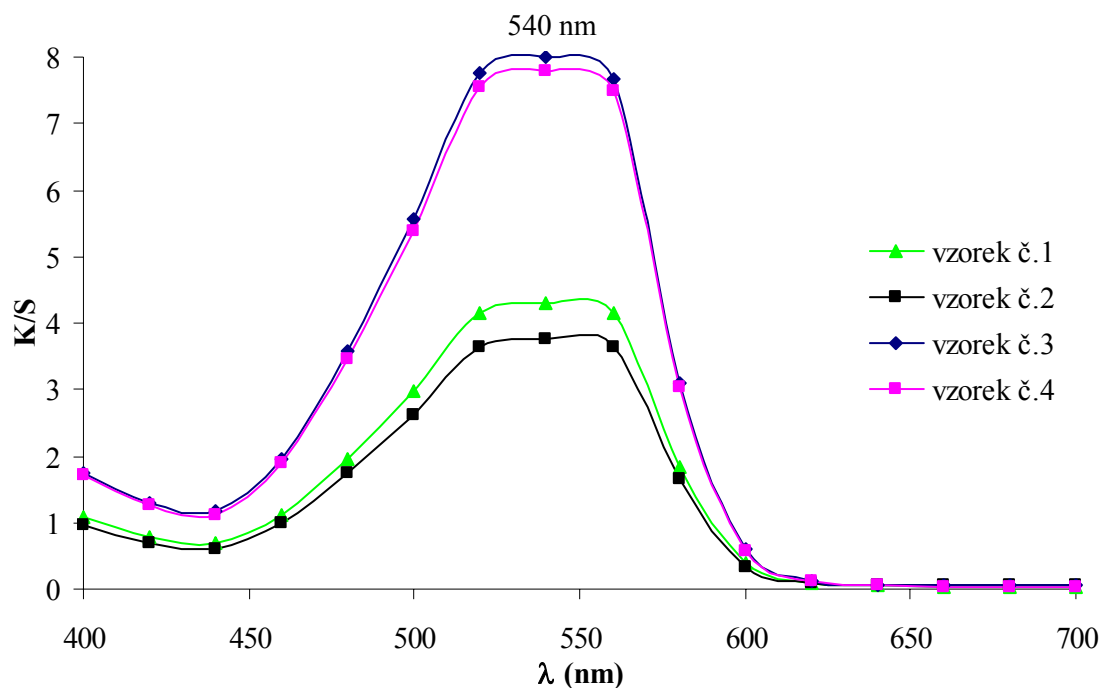
Množství alkálie: 5 g/l

**Tab. 53** Složení barvicích lázní

vzorek	NaCl [g]	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> [g]	celk. objem [ml]	délka lázně
1	2,5	1,25	250	1:50
2	3,5	1,75	350	1:70
3	22,5	1,25	250	1:50
4	31,5	1,75	350	1:70

### 3.8.18 Ustalování vybarvených vzorků

Na ustalování byl použit pouze ustalovací prostředek REWIN EL. Výpočet množství ustalovacího prostředku je stejný jako v kapitole 3.8.2.



**Obr. 43** Závislost Kubelka-Munkovy funkce na vlnové délce vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL

Na grafu (Obr. 43) můžeme vidět, že s rostoucí délkou lázně se snižuje hodnota K/S a to jak při nejnižší tak i nejvyšší koncentraci alkálie. Při vyšší koncentraci elektrolytu je menší rozdíl mezi vzorky (č. 3 a č. 4). U všech vzorků byla určena vlnová délka  $\lambda_{\max}$  při 540 nm.

### 3.8.19 Zkoušky stálobarevnosti. Stálobarevnost ve vodě. (ISO 105-E01:1994)

#### Hodnocení změny odstínu a hodnocení zapouštění vybarvených vzorků

V tomto případě je již mírně viditelný rozdíl mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými při nejvyšší koncentraci elektrolytu, což předpokládá jistou účinnost ustalovacího prostředku. Stupeň zapouštění do bavlny je větší než do vlny. Přesto však nebyla pozorována žádná změna odstínu vybarvené bavlny. Zejména u bavlny je viditelný i rozdíl ve stálostech vzorků barvených při nejvyšší a nejnižší koncentraci elektrolytu a to u vzorků neustalovaných.

**Tab. 54** Hodnocení stupně zapouštění a změny odstínu

vzorek	Stupeň zapouštění		Změna odstínu
	bavlna	vlna	
1–EL	4	4 – 5	5
2–EL	4	4 – 5	5
3–EL	4	4 – 5	5
4–EL	4	4 – 5	5
1–NU	4	4 – 5	5
2–NU	4	4 – 5	5
3–NU	3 – 4	4	5
4–NU	3 – 4	4	5

### 3.8.20 Stálost vybarvení v otěru za sucha a za mokra (ISO 105 XI-1987)

Z tabulky (Tab. 55) vyplývá, že stálosti v otěru za mokra jsou horší, než stálosti v otěru za sucha. Vzorky barvené při nižší koncentraci elektrolytu mají viditelně lepší stálosti než vzorky barvené při vyšší koncentraci elektrolytu. Rozdíl mezi stálostmi vzorků ustalovaných a neustalovaných není téměř žádný.

Tab. 55 Hodnocení stálosti v otěru

Stálost v otěru		
vzorek	za sucha	za mokra
1-EL	4 – 5	3 – 4
2-EL	4 – 5	3 – 4
3-EL	4	3
4-EL	4	3
1-NU	4 – 5	3 – 4
2-NU	4 – 5	3 – 4
3-NU	4	3
4-NU	3 – 4	3

### 3.8.21 Hodnocení barevných odchylek $\Delta E$ CIE LAB

V uvedené tabulce (Tab. 56) můžeme vidět rozdíly mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými. Všechny zjištěné odchylky  $\Delta E$  byly přijaty. Nejnižší odchylku oproti standardu měl v případě vzorků barvených při nejnižší koncentraci elektrolytu vzorek č. 2 a v případě vzorků barvených při nejvyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l) vzorek č. 3. Ani v tomto případě se odchylky příliš nelišily.

Tab. 56 Hodnocení vzorků neustalovaných a ustalovaných REWIN EL

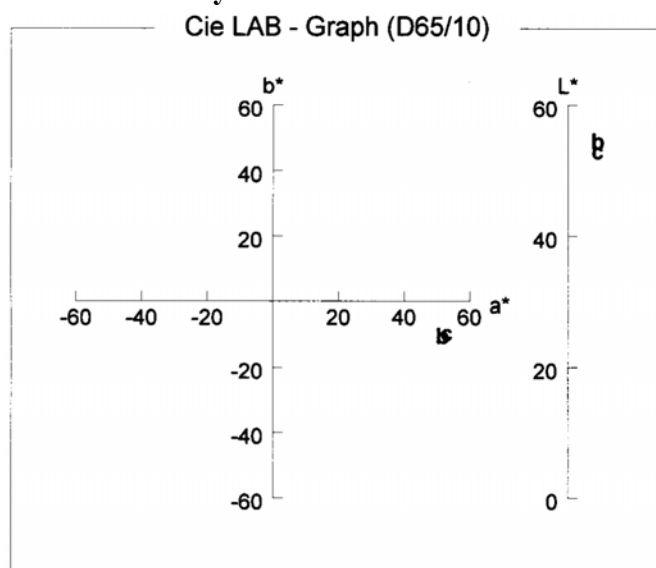
vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1-NU	1-EL	1,061	0,697	0,601	0,527	přijatý
2-NU	2-EL	0,973	0,894	-0,162	0,346	přijatý
3-NU	3-EL	1,110	0,190	0,687	0,851	přijatý
4-NU	4-EL	1,157	0,233	0,558	0,986	přijatý

Grafy provedených hodnocení vzorků pomocí diagramu barevného prostoru Lab a Cie Difference nejsou uvedeny z důvodu snížení množství přebytných grafů a proto je provedeno pouze slovní hodnocení.

Ani tentokrát není při porovnání mezi vzorky barvenými při nejvyšší a nejnižší délce lázně příliš viditelný rozdíl v poloze vzorků v barevném prostoru Lab a to jak při vyšší tak i při nižší koncentraci elektrolytu. Dané vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré.

Vzorek s nejvyšším poměrem lázně (č. 2) má větší odchylku oproti standardu  $\Delta E = 1,968$ , kterým je vzorek s nejnižším poměrem lázně při hodnocení podle CIE difference, než jak tomu bylo v případě barvení při nejnižší konc. elektrolytu avšak nejvyšší konc. alkálie, kdy byla odchylka  $\Delta E = 0,824$ . Odchylky oproti standardu jsou přijaty. U barvení při nejvyšší konc. elektrolytu a zároveň nejnižší konc. alkálie je odchylka oproti standardu 0,444, což znamená, že je nižší než odchylka  $\Delta E$  zjištěná při nejvyšší konc. alkálie. Což opět potvrzuje to, že u světlejších odstínů je lépe pozorovatelná změna vybarvení, díky čemuž je i lépe viditelný rozdíl mezi vzorky s nejnižším a nejvyšším poměrem lázně.

### 3.8.22 Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejnižší koncentraci elektrolytu



b – vzorky s nejnižší konc. alkálie

c – vzorky s nejvyšší konc. alkálie

vzorek	L	a	b
b	53,34	51,62	-9,27
c	51,81	53,18	-8,40

**Obr. 44** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL při nejvyšší a nejnižší koncentraci alkálie

V grafu (Obr. 44) je viditelný malý rozdíl mezi uvedenými vzorky. Z čehož vyplývá, že množství alkálie má vliv na odstín vybarvení, avšak nevelký. Oba vzorky jsou však v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Vzorek barvený při nejnižší koncentraci alkálie je o něco jasnější.

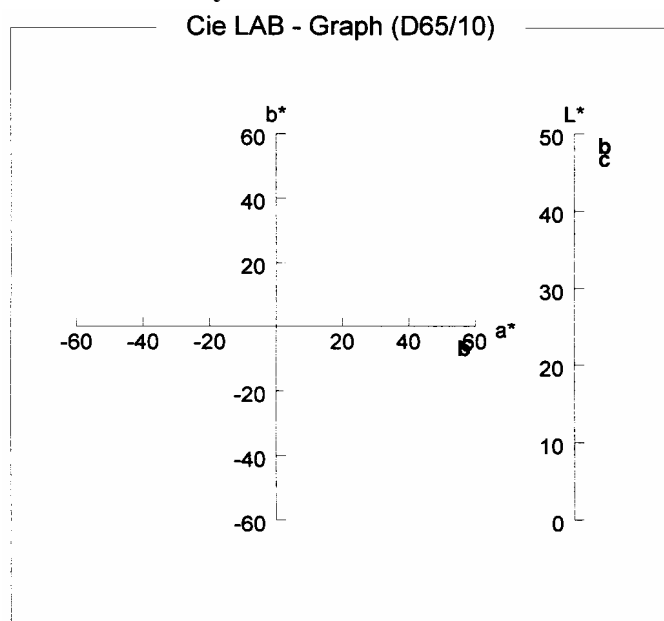
Pokud provádíme porovnání barevných odchylek  $\Delta E$  vzorků s nejnižší koncentrací alkálie, které byly zvoleny jako standard se vzorky s nejvyšší koncentrací alkálie je viditelný rozdíl mezi jednotlivými vzorky. Zjištěné odchylky  $\Delta E$  jsou vyšší než odchylky zjištěné při 0,5 % koncentraci vybarvení. Rozdíl odchylek  $\Delta E$  mezi vzorky ustalovanými a neustalovanými není příliš velký.

**Tab. 57** Porovnání vzorků s různou koncentrací alkálie

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
1–EL, V	1–EL, N	2,350	-1,533	1,393	1,109	nepřijatý
1–NU, V	1–NU, N	2,798	-1,913	1,460	1,427	nepřijatý
2–EL, V	2–EL, N	3,503	-2,345	2,244	1,317	nepřijatý
2–NU, V	2–NU, N	4,103	-2,409	2,968	1,490	nepřijatý

Označení vzorků: V – nejvyšší koncentrace alkálie, N – nejnižší koncentrace alkálie

### 3.8.23 Porovnání vzorků při různé koncentraci alkálie a při nejvyšší koncentraci elektrolytu



b – vzorky s nejnižší konc. alkálie  
c – vzorky s nejvyšší konc. alkálie

vzorek	L	a	b
b	47,47	56,69	-5,75
c	45,76	57,40	-4,35

**Obr. 45** Porovnání vzorků ustalovaných REWIN EL při nejvyšší a nejnižší koncentraci alkálie

Na grafu (Obr. 45) jsou uvedeny vzorky barvené při nejvyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l). V tomto případě je viditelný malý rozdíl mezi uvedenými vzorky. Vzorek barvený při nejnižší koncentraci alkálie (5 g/l) je opět jasnější. Oba vzorky jsou v barevném prostoru znázorněny jako červenomodré. Z čehož opět vyplývá, že změna množství alkálie má jistý vliv na odstín vybarvení. Tento vliv je při vyšší koncentraci vybarvení (2 %) o něco vyšší, než jak je tomu při 0,5 % koncentraci vybarvení.

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty barevných odchylek  $\Delta E$ . I v tomto případě je lépe viditelný rozdíl mezi vzorky s nejnižší a nejvyšší koncentrací alkálie při vyšší koncentraci vybarvení. Zjištěné odchylky  $\Delta E$  u vzorků barvených při nejvyšší délce lázně jsou však nižší než odchylky  $\Delta E$  zjištěné u odpovídajících vzorků v předcházejícím případě, jenž byly barveny při nejnižší koncentraci elektrolytu. Z toho se dá usuzovat, že u světlejších odstínů je více viditelný vliv koncentrace alkálie.

**Tab. 58** Porovnání vzorků s různou koncentrací alkálie

vzorek	standard	$\Delta E$	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$	hodnocení
3-EL, V	3-EL, N	2,328	-1,713	0,587	1,462	nepřijatý
3-NU, V	3-NU, N	2,140	-1,550	0,731	1,282	nepřijatý
4-EL, V	4-EL, N	2,415	-1,852	0,761	1,350	nepřijatý
4-NU, V	4-NU, N	2,253	-1,668	0,477	1,437	nepřijatý

Označení vzorků: V – nejvyšší koncentrace alkálie, N – nejnižší koncentrace alkálie

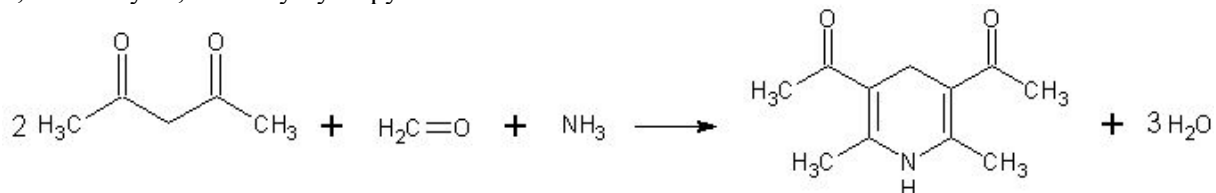
## 3.9 Formaldehydová zkouška

Formaldehydová zkouška se provádí u vzorků, které jsou ustáleny ustalovacími přípravky s obsahem formaldehydu. Tato zkouška se provádí z důvodu dalšího použití vybarvených a ustálených textilií. Ve vyhlášce ministerstva ČR o hygienických požadavcích na výrobky pro děti do věku do 3 let<sup>27</sup> je dáno, že koncentrace formaldehydu v tkanině nesmí překročit 30 mg na kg, což odpovídá 30 ppm. Jako vzorky byly vybrány nejen vzorky ustalované REWIN EL, které obsahují formaldehyd, ale i vzorek ustalovaný REWIN ACP z důvodu možnosti si ověřit, že tento ustalovací prostředek



skutečně neobsahuje formaldehyd. Firma Bezema uvádí v bezpečnostních listech přípravku<sup>7</sup> REWIN EL dovolenou koncentraci formaldehydu u dětského oděvu 20 ppm. V případě oděvů nošených na kůži je dovolená koncentrace až 75 ppm.

Na obrázku můžeme vidět průběh reakce při formaldehydové zkoušce za vzniku 2,6-dimethyl-3,5-diacetylhydropyridinu:



**Obr. 46** Reakce acetylacetonu s formaldehydem

#### Postup zkoušky<sup>28</sup> (Hantzova reakce):

Z vybraných vybarvených vzorků bavlny nastříháme drobné kousky a odvážíme do kelímku po 1 g od každého vzorku. Tyto navážené vzorky dáme do zábrusových skleněných prachovnic (250 ml) a přidáme 100 ml ohřáté neionizované vody o teplotě 40 °C a vložíme do vytemperovaného termostatu na 40 °C. V termostatu ponecháme prachovnice se vzorky 1 hod. Potom následuje filtrace roztoku do kádinek (100 ml). Roztoky ponecháme v kádinkách při laboratorní teplotě 20 minut potom z každé odpipetujeme 5 ml do 25 ml odměrné baňky a do každé přidáme 5 ml acetylacetonového roztoku. Připravíme zvlášť 1 vztažný roztok pro měření absorbance z 5 ml acetylacetonového roztoku a 5 ml deionizované vody. Takto připravené roztoky se uzavřou zátkami a vloží do vytemperovaného termostatu na 40 °C, na dobu 30 minut. Po vyjmutí z termostu se ponechají roztoky v odměrných baňkách při laboratorní teplotě 30 minut. Potom se měří hodnoty absorbancí jednotlivých vzorků při 412 nm. Vztažným roztokem (blankem) je voda + acetylacetonový roztok. Měření provedeme na spektrofotometru Varian Cary 50 Probe. Nakonec se připraví roztoky 5 ml vzorku + 5 ml vody a měří se jejich absorbance při 412 nm, kdy vztažným roztokem je voda. Slouží k eliminaci absorpce způsobené eventuální nestálobarevností analyzované textilie.

**Tab. 59** Zjištěné hodnoty absorbancí

vzorek	$A_{vz}$	$A_0$	$c_f [\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}]$
1	0,0187	0,0002	13,68
2	0,0173	-0,0013	13,71
3	0,0014	0,0000	1,03
4	0,0126	0,0000	9,24

Označení vzorků: 1 – barvený při nejvyšší konc. NaCl, koncentrace vybarvení 0,5 %, ustalovaný REWIN EL objem lázně 270 ml; 2 – barvený při nejvyšší konc. NaCl, koncentrace vybarvení 0,5 %, ustalovaný REWIN EL objem lázně 330 ml; 3 – stejný jako vzorek č. 1, avšak ustalovaný REWIN ACP; 4 – barvený při nejvyšší konc. NaCl, nejnižší konc. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, koncentrace vybarvení 2 %, ustalovaný REWIN EL objem lázně 250 ml;

Výpočet koncentrace formaldehydu:

$$c_f = K \cdot (A_{vz} - A_0) \quad (25)$$

kde  $A_{vz}$  – absorbance zkoušeného roztoku vzorku;  $A_0$  – absorbance roztoku bez formaldehydu.  
Hodnota  $K = 737 [\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}]$

Příklad výpočtu  $c_f$  pro vzorek č. 1:

$$c_f = 737 \cdot (0,0187 - 0,0002)$$

$$c_f = 13,68 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} = 13,68 \text{ ppm}$$

Zjištěné hodnoty koncentrace formaldehydu obsaženého ve vzorcích ustalovaných prostředkem REWIN EL nepřekračují hodnotu uvedenou v normě. V případě vzorku ustalovaného REWIN ACP je zjištěná hodnota desetkrát menší.

### 3.10 Návrh optimální receptury pro barvení bavlny Bezaktiv rot S–B

Jako standardy byly navrženy vzorky s nejnižším poměrem lázně 1:50.

Byla provedena hodnocení barevných odchylek vzorků s různou koncentrací elektrolytu a alkálie. Za přijaté vzorky byly považovány vzorky s odchylkou od standardu do hodnoty  $\Delta E = 1,0$ .

#### 3.10.1 Pro 0,5 % vybarvení Bezaktiv rot S-B

Abychom získali vybarvení shodné s předlohou (standard 1:50) můžeme barvit i délkou lázně 1:58 při nižší koncentraci alkálie 5 g/l a současně vyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l) NaCl. Také je možné barvit při všech třech použitých koncentracích elektrolytu (10, 45 a 90 g/l) a to jak NaCl tak i Glauberovy soli a barvených současně při vyšší koncentraci alkálie (10 g/l).

Nejmenší odchylku mezi vzorkem a předlohou měl vzorek s vyšší koncentrací alkálie (10 g/l) a střední koncentrací elektrolytu NaCl (45 g/l), kdy by bylo možné barvit ve větším rozmezí délek lázní od 1:50 do 1:70 ( $\Delta E = 0,84$ ). Hodnota barevné odchylky oproti standardu byla pro lázeň 1:58 ( $\Delta E = 0,24$ ).

Výsledky odchylek byly podobné jak v případě NaCl, tak Glauberovy soli, s tím, že výsledky barvení s NaCl při hodnocení odchylek vyšly lépe.

#### 3.10.2 Pro 2 % vybarvení Bezaktiv rot S-B

V případě tohoto vybarvení můžeme barvit při délkách lázně 1:50 až 1:70 při nižší koncentraci alkálie (5 g/l) a současně vyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l) NaCl, dále při vyšší koncentraci alkálie (10 g/l) a současně vyšší koncentraci elektrolytu (90 g/l) NaCl i Glauberovy soli a nebo můžeme barvit s nižší koncentrací elektrolytu (10 g/l) NaCl a vyšší koncentrací alkálie (10 g/l).

Nejmenší odchylku od předlohy měl vzorek s nižší koncentrací alkálie 5 g/l a vyšší koncentrací elektrolytu (90 g/l), který by bylo možné barvit v rozmezí délek lázní od 1:50 do 1:70 ( $\Delta E = 0,44$ ).

Výsledky odchylek byly podobné jak v případě NaCl, tak Glauberovy soli, s tím, že výsledky barvení s NaCl při hodnocení odchylek vyšly lépe.

## 4 ZÁVĚR

V diplomové práci byly shrnuty výsledky barvení bavlny reaktivním barvivem Bezaktiv rot S–B při délkách lázní od 1:50 až do 1:100. Barvení bylo provedeno vytahovacím způsobem při dvou koncentracích vybarvení 0,5 a 2 %. V předložené diplomové práci byly měněny tyto parametry: koncentrace elektrolytu a alkálie i délka lázně. Bylo zjištěno, že měnící se délka lázně má vliv na odstín vybarvení, který byl více pozorovatelný zvláště u vzorků barvených při nejnižších koncentracích elektrolytů nebo pokud byly použity dlouhé délky lázně až 1:100. Tento vliv však není tak výrazný jako v případě změny koncentrace elektrolytu. Větší odchylky vzorků oproti standardu byly zaznamenány u vzorků, kdy byl jako elektrolyt použit NaCl, z čehož s dá usuzovat, že jeho vliv na odstín vybarvení je větší než při použití Glauberovy soli. V praxi se tedy více používá NaCl i když je méně šetrný k životními prostředí. Patrný je i vliv koncentrace alkálie, který však díky mnohem menšímu rozmezí není tak značný jako při změně elektrolytu. Bylo však zjištěno, že při vyšší koncentraci vybarvení je vliv množství alkálie větší.

Při koncentraci vybarvení 0,5 % byly vybarvené vzorky po důkladném vyprání ustalovány dvěma typy ustalovacích přípravků REWIN ACP a REWIN EL. Vzorky barvené při 2 % vybarvení byly ustalovány už pouze ustalovacím prostředkem REWIN EL. Použití ustalovacích prostředků zlepšovalo stálosti v otěru za sucha a za mokra i stálobarevnost ve vodě zvláště u vzorků barvených při nejvyšších koncentracích elektrolytu. Na základě zjištěných odchylek vzorků neustalovaných od vzorků ustalovaných je patrné, že v případě vzorků ustalovaných REWIN EL byly zjištěné odchylky větší a tedy tento ustalovací prostředek více měnil odstín vybarvení. Zjištěné stálosti námi použitého reaktivního barviva byly velmi dobré.

U vybraných vzorků ustalovaných prostředkem REWIN EL, který obsahuje formaldehyd byly určovány koncentrace formaldehydu. Byla stanovena i koncentrace formaldehydu u vzorku ustalovaného prostředkem REWIN ACP. Zjištěná hodnota koncentrace formaldehydu u vzorků ustalovaných REWIN EL nepřekročila hodnotu stanovenou normou a je proto možné tento ustalovací prostředek používat pro ustalování.

K práci byla přiložena také vzorkovnice vybraných vzorků.

## 5 SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

apod. – a podobně

resp. – respektive

tj. – to jest

aj. – a jiné

tzv. – takzvaný

tzn. – to znamená

např. – například

mj. – mimo jiné

atd. – a tak dále

kol. – kolektiv

min. – minut

celk. – celkový

max. – maximálně

konc. – koncentrace

chem. – chemické

° – stupeň

č. – číslo

p.a.- čistota chemikálie, pro analýzy

C.I. – hlavní katalogové číslo

UV – ultrafialová oblast

UV-VIS – ultrafialová a viditelná oblast

TPP – textilní pomocné přípravky

EN – Evropská norma

ISO – International Organization for Standardization

CIE – podle francouzského názvu Mezinárodní komise pro osvětlování

BMT – Brněnská medicínská Technika

ČSN – Česká státní norma

## 6 LITERATURA

---

- <sup>1</sup> Rada, Z., Pastrnek, R., *Zušlechtování textilií II*, pro 3. ročník SPŠT, Praha 1988.
- <sup>2</sup> *Reaktivní barviva* [online]. 2008, poslední revize 9.5.2008 [cit. 2008-05-09]. Dostupné z: <<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/barva/azo/r.html>>.
- <sup>3</sup> Kryštůfek, J. a kol., *Zušlechtování textilií* [online]. 2002, poslední revize 9.5.2008 [cit. 2008-05-09]. Dostupné z: <[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktc/dokumenty/skripta/zuslechtovani\\_textilii/barveni.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktc/dokumenty/skripta/zuslechtovani_textilii/barveni.pdf)>.
- <sup>4</sup> Nassau, K., *The Physics and chemistry of color*, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, NEW YORK 2001 ISBN 0-471-39106-9.
- <sup>5</sup> Sdružení pro odbyt dehtových barviv, *Příručka pro textilní barvíře a tiskaře*, Praha 1976.
- <sup>6</sup> *Oborový manuál prevence a minimalizace odpadů* [online]. 2008, poslední revize 10.1.2008 [cit. 2008-01-10]. Dostupné z: <[http://www.inotex.cz/docs/oborovy\\_man.pdf](http://www.inotex.cz/docs/oborovy_man.pdf)>.
- <sup>7</sup> Technické listy firmy Bezema.
- <sup>8</sup> Soviš, V., *Zušlechtování textilií*, pro SPŠT a VOŠT, Brno 2001
- <sup>9</sup> Medek, Z., *Chemické zušlechtování textilií*, pro 3. ročník SOU textilní, 1987.
- <sup>10</sup> Vik, M., *Základy měření barevnosti, I. díl*, Technická univerzita v Liberci 1995, ISBN 80-7083-162-6.
- <sup>11</sup> Christie R.M.: *Colour Chemistry*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2001, ISBN 0-85404-573-2.
- <sup>12</sup> Vijayaraghavan, K., et. al.: A new approach to study the decolorization of complex reactive dye bath effluent by biosorption technice. *Bioresource Technology*, 2007. ISSN 0960-8524.
- <sup>13</sup> Sayan, E., et al.: An optimization study using response surface methods on the decolorization of Reactive Blue 19 from aqueous solution by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2008, vol. 15, p. 530–538.
- <sup>14</sup> Ong, S. T., et al.: Removal of basic and reactive dyes using ethylenediamine modified rice hull. *Bioresource Technology*, 2007, vol. 98, p. 2792–2799. ISSN 0960-8524.
- <sup>15</sup> Kalyani, D. C., at al.: Biodegradation of reactive textile dye Red BLI by an isolated bakterium Pseudomonas sp. SUK1. *Bioresource Technology*, 2007. ISSN 0960-8524.
- <sup>16</sup> Körbahti, B. K., Electrochemical degradation of Levafix CA reactive dyes in textile dyeing wastewater using iron electrodes, *Chemical Engineering Journal*, 2007. ISSN 1385-8947.
- <sup>17</sup> Liu Ch. H., et al.: Removal of anionic reactive dyes from water using anion exchange membranes as adsorbers. *Water Research*, 2007, vol. 41, p. 1491–1500. ISSN 0043-1354.
- <sup>18</sup> Kannan, M.,S.,S, et al: Influence of Cationiyation of Cotton on Reactive Dyeing. *Journal of textile and apparel. Technology and managment* [online]. 2008, leden [cit.14. ledna 2008]. Dostupné na [www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume5issue2/articles/Subramanian/Subramanain\\_First\\_161\\_05.pdf](http://www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume5issue2/articles/Subramanian/Subramanain_First_161_05.pdf)
- <sup>19</sup> Babu, B. R., Cotton Textile Processing: Waste Generation and Effluent Treatment. *Journal of Cotton Science*, 2007, vol. 11, p. 141–153.
- <sup>20</sup> Akcakoca, E. P., et al.: The efficiency of washing agents in the post-dyeing removal of hydrolyzed reactive dye. *Dyes and Pigments*, 2007, vol. 72, p. 23–27. ISSN 0143-7208.
- <sup>21</sup> Kampyli, V., et al.: Triazinyl reactive dyes for the exhaust dyeing of cotton: Influence of the oxido group on the reactivity of chloro and *m*-carboxypyridinium leaving groups. *Dyes and Pigments*, 2007, vol. 74, p. 181–186. ISSN 0143-7208.
- <sup>22</sup> Nayar, S. B., et al.: Hydrolysed Reactive Dyes: Part 1. Analyses via Fast Atom Bombardment and Electrospray Mass Spektrometry. *Dyes and Pigments*, 2007. ISSN 0143-7208.
- <sup>23</sup> Epolito, W. J., et al.: Characterization of the textile anthraquinone dye Reactive Blue 4. *Dyes and Pigments*, 2005, vol. 67, p. 35–46. ISSN 0143-7208.

- 
- 24** Ahmed, N. S. E.: The use of sodium edate in the dyeing of cotton with reactive dyes. *Dyes and Pigments*, 2005, vol. 65, p. 221–225. ISSN 0143-7208.
- 25** Manuál firmy Datacolor International
- 26** Manuál firmy Varian
- 27** *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví* [online]. 2001, poslední revize 9.5.2008 [cit. 2008-05-09]. Dostupné z: <<http://www.mvcr.cz/sbirka/2001/sb031-01.pdf>>.
- 28** Prchal, V., Fasurová N., *Návody na Praktikum z textilní chemie a technologie*, VUT v Brně, Fakulta chemická 2006.